



Fertigatie en plantdichtheden in prei

Verslag onderzoek 2008, 2009 en 2010

Janjo de Haan, Kees van Wijk en Jos Wilms



Fertigatie en plantdichtheden in prei

Verslag onderzoek 2008, 2009 en 2010

Janjo de Haan, Kees van Wijk en Jos Wilms

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. 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 DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. 406

Projectnummer: 3250189200



**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten**

Adres : Postbus 430, 8200 AK Lelystad
: Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad
Tel. : +31 320 29 11 11
Fax : +31 320 23 04 79
E-mail : infoagv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 AANLEIDING EN DOEL.....	9
2 MATERIAAL EN METHODEN	11
2.1 Overzicht behandelingen 2008-2010.....	11
2.2 Proefopzet en uitvoering	12
3 RESULTATEN	15
3.1 Weer in de proefjaren.....	15
3.2 Opbrengsten 2008-2010.....	16
3.3 N-min na oogst en mineralen afvoer 2008-2010.....	20
3.3.1 N-min na oogst	20
3.3.2 Mineralen afvoer	21
4 KORTE ECONOMISCHE EVALUATIE	25
5 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN VOOR DE PRAKTIJK	27
5.1 Conclusies	27
5.2 Aanbevelingen voor de praktijk.....	28
BIJLAGE 1. SAMENVATTING VOORAFGAAND ONDERZOEK VOOR 2010	31
BIJLAGE 2. VERSLAG PROEFJAAR 2010	33
B2.1 Opzet van de proef 2010.....	33
B2.2 Resultaten	35
B2.2.1 Bemesting	35
B2.2.2 N-min gehalten in de grond voor, tijdens en na de teelt	37
B2.2.3 Opbrengsten	39
B2.2.4 Gewasgehalten en stikstof en fosfaatafvoer bij oogst	41
B2.2.5 Neerslag, tensiometerwaarden en watergiften	43
B.2.3 Discussie en conclusies proefjaar 2010.....	45
LITERATUUR.....	47

Samenvatting

Probleemstelling, doel en aanpak

Zowel milieueisen als de noodzaak om constante kwaliteit en constant volume te produceren tegen een acceptabele kostprijs, zullen tot de ontwikkeling van nieuwe teeltsystemen leiden. Door 'gestuurd' te telen kan de bodem voornamelijk als substraat gebruikt gaan worden. Vooral in Zuidoost Nederland is de milieuproblematiek rond emissie van mineralen groot en prei is in dat gebied een belangrijke vollegrondsgroentegewas.

Het brede doel is het ontwikkelen van innovatieve, gestuurde teeltsystemen voor prei die nieuwe perspectieven bieden aan de sector op gebied van markt (kwaliteit, kostprijs, constant volume), arbeid (arbeidsomstandigheden, arbeidsbehoefte) en regelgeving (milieueisen).

Om deze doelstellingen te realiseren wordt voor *de langere termijn* de mogelijkheden onderzocht van *teelt los van de ondergrond* (bijvoorbeeld op substraat of op water).

Daarnaast is het belangrijk om ook de tussenvorm, *teelt met fertigatie* te toetsen als een alternatief *op de korte termijn* met waarschijnlijk eerder toepasbare resultaten voor de praktijk. Om beter op marktwensen van uniformiteit te kunnen sturen en meer mogelijkheden voor een effectiever gebruik van fertigatie te hebben is ook het effect van plantaantallen op de opbrengst onderzocht.

In de jaren 2008 tot en met 2010 is fertigatie met standaard rijenbemesting vergeleken bij diverse plantgetallen en plantverbanden en stikstofgiften in een herfstteelt prei op zandgrond van PPO Vredepeel. De belangrijkste plantverbanden die vergeleken zijn, zijn a) 75 x 8, 166 600 planten/ha, standaard; en de hogere plantgetallen: b) 60 x 8, 208 000 planten/ha en c) 40 * 10, 250 000 planten/ha. De belangrijkste stikstofgiften waren a) een standaard streefgift van 235 kg/ha en b) 70% daarvan, 165 kg/ha. In 2009 is ook een streefgift van 300 kg/ha getoetst. Afhankelijk van het weer en de behoefte van het gewas is meer of minder dan de streefgift gegeven.

Aan de hand van een aantal onderzoeksvragen worden de resultaten kort weergegeven, gevolgd door een aantal aanbevelingen voor de praktijk.

1. Geeft de teelt van prei met fertigatie een hogere opbrengst en betere kwaliteit dan met standaard rijenbemesting?

De teelt van prei met fertigatie gaf bij alle getoetste plantdichtheden een hogere opbrengst dan standaard rijenbemesting. Bij het standaard plantverband van 166 600 planten/ha was de meeropbrengst in de proeven gemiddeld ca. 2,5 ton/ha. Bij de bemesting van 165 kg/ha streefgift was het opbrengstverschil tussen fertigatie en rijenbemesting ongeveer gelijk aan de bemesting van 235 kg/ha streefgift. De hogere bemesting van 300 kg/ha streefgift in 2009 gaf geen extra meeropbrengst zowel voor fertigatie als rijenbemesting ten opzichte van de streefgift van 235 kg/ha.

In de proeven is alleen het bemestingseffect van fertigatie gemeten: in de rijenbemestingsobjecten is op dezelfde wijze water gegeven als in de fertigatieobjecten. Uit andere fertigatieproeven is bekend dat door een betere watergift met druppelirrigatie de opbrengst ook verhoogd kan worden ten opzichte van boven over watergeven.

De kwaliteit gemeten in percentage klasse 1, percentages schot en rot, plantgewicht en de uniformiteit, gemeten als verdeling over diverse diameterklassen van het product, was gelijk tussen fertigatie en de standaard rijenbemesting.

2. Geeft de teelt van prei met fertigatie minder emissie en een hogere stikstofbenutting dan met standaard rijenbemesting?

De teelt van herfstprei met fertigatie leidt niet tot een hogere stikstofbenutting en nauwelijks tot minder emissie bij de standaard plantdichtheid. Fertigatie lijkt daarmee in prei geen maatregel om emissies te beperken. Fertigatie leidt niet tot een hogere stikstofafvoer met het gewas. Fertigatie leidde in de drogere jaren 2008 en 2009 tot een lagere N-min bodem in de laag 0-60 cm na de teelt. In het natte jaar 2010 leidt fertigatie tot een hogere N-min bodem omdat met het bemesten ook water meegegeven wordt. Het volgen

van NBS kan in “natte” jaren ook tot hogere stikstofgiften leiden zoals in de proeven in 2010. De voorjaar- en zomerperiodes zijn over het algemeen droger. In de zomerteelt van prei kan fertigatie mogelijk een groter effect hebben op de stikstofbenutting. In onderzoek naar fertigatie in een zeer vroege teelt in 2010 kwam dit echter nog niet naar voren.

3. Is de teelt van prei met fertigatie economisch meer rendabel dan de standaard teelt met rijenbemesting?

Of de teelt van prei met fertigatie economisch rendabeler is dan de standaard teelt is lastig aan te geven. In de berekening bij het standaard plantverband van 166 000 planten/ha was de meeropbrengst voldoende om de berekende kosten te dekken. Echter kosten voor afschrijving en monitoringskosten zijn in de berekening niet meegenomen.

4. Is fertigatie bij hogere plantgetallen en andere plantverbanden economisch rendabeler dan fertigatie met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?

In de objecten met hogere plantdichtheden varieerde de gemiddelde meeropbrengst van prei geteeld met fertigatie van ca 1,7 bij 208 000 planten per ha tot 4,7 ton/ha bij het 40 x 10 cm plantverband met 250.000 planten per ha. De teelt van prei met fertigatie was bij 208.000 planten per ha net niet rendabeler dan het standaard plantgetal. Een 1 cent t hogere uitbetaalprijs vergoedt wel de extra kosten. Bij 250 000 planten per ha waren zowel het 50 * 8 cm plantverband en het 40 x 10 cm plantverband niet rendabeler dan de standaard teelt. Bij het 50 * 8 cm plantverband is een 5 cent hogere prijs nodig om quitte te spelen. Het 40 x 10 cm plantverband had wel een hogere meeropbrengst en lagere kosten vanwege 1 fertigatielengte per 2 rijen, zodat een 2 cent hogere prijs de meerkosten vergoedt

5. Kan met hogere plantgetallen en andere plantverbanden een hogere opbrengst gehaald worden en betere uniformiteit en kwaliteit dan met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?

De hogere plantdichtheden gaven hogere opbrengsten dan de standaard plantdichtheden. De meeropbrengsten varieerden van 4,2 tot 9,6 ton/ha ten opzichte van de standaard plantdichtheid. Het 40 x 10 cm plantverband met fertigatie gaf de hoogste meeropbrengst. De hogere plantdichtheden hebben niet tot meer ziekteproblemen geleid.

De kwaliteit van productie van de hogere plantdichtheden was gelijk aan die van de lagere plantdichtheden. Ook de uniformiteit was gelijk. Wel was het gewicht per plant lager bij de hogere plantdichtheden. Het daalde van ruim 300 gram per plant bij 166 600 planten per ha naar circa 250 gram per plant bij 250 000 planten per ha.

6. Heeft de teelt van prei met hogere plantgetallen en andere plantverbanden minder emissie en een hogere stikstofbenutting dan met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?

Hogere plantdichtheden gaven een betere stikstofbenutting door een hogere stikstofafvoer. Hogere plantdichtheden gaven minder emissie in de drogere jaren 2008 en 2009 door een lagere N-min bodem 0-60 cm na oogst. In het natte jaar 2010 was de N-min bodem licht hoger bij de hogere plantdichtheden. Dit is niet goed verklaarbaar.

7. Is de teelt van prei met hogere plantgetallen en andere plantverbanden economisch rendabeler dan met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?

Of de teelt van prei met hogere plantgetallen economisch meer rendabel is dan met het standaard plantverband is afhankelijk van de gehanteerde opbrengstprijs en de benodigde meerarbeid voor schoning bij meer planten per ha. Bij de gehanteerde aannames zijn hogere plantgetallen niet rendabel. Het plantverband 40 x 10 cm heeft een fors hoge meeropbrengst dan het standaard plantverband en is daarmee potentieel het eerst economisch rendabel. De andere plantverbanden hebben een lagere meeropbrengst en zullen daarmee minder snel rendabel zijn.

8. Is fertigatie bij hogere plantgetallen en andere plantverbanden economisch rendabeler dan rijenbemesting met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?

In de hogere plantdichtheden varieerde de gemiddelde meeropbrengst van prei geteeld met fertigatie van ca. 1,7 bij 208 000 planten per ha tot 4,7 ton/ha bij het 40 x 10 cm plantverband met 250.000 planten per ha. In alle gevallen is fertigatie met hogere plantgetallen het met de gehanteerde aannames niet rendabeler dan het standaard plantverband van 75 x 8 cm. Bij 60 x 8 cm plantverband is een 1 cent hogere uitbetaalprijs nodig om de extra kosten te vergoeden. Bij het 50 * 8 cm plantverband is een 6 cent hogere prijs nodig om quitte te spelen. Bij het 40 x 10 cm plantverband is een 2 ct hogere prijs nodig om de meerkosten te vergoeden.

Aanbevelingen voor de praktijk

In dit onderzoek is niet eenduidig vastgesteld of fertigatie in herfstprei voordelen voor de praktijk biedt ten opzichte van standaard rijenbemesting bij de standaard plantdichtheid. Er is een meeropbrengst bij fertigatie maar deze is maar dit levert maar iets meer geld op dan de berekende extra kosten die voor fertigatie gemaakt moeten worden. In de berekening zijn niet alle kosten meegenomen. Er is met fertigatie geen stijging van kwaliteit van de productie vastgesteld. Daarnaast is er geen of slechts een heel beperkt voordeel vastgesteld voor beperking van emissies of verhoging van de stikstofefficiëntie. Fertigatie lijkt daarmee in herfstprei geen maatregel om emissies te beperken bij de standaard plantdichtheid. Mede ook omdat bij de omschakeling naar fertigatie veel geld en tijd geïnvesteerd moet worden om het systeem aan te schaffen en er mee te leren werken.

In dit onderzoek is ook niet eenduidig vastgesteld of hogere plantdichtheden voordelen voor de praktijk bieden ten opzichte van de standaard plantdichtheid van 166 000 planten per ha. Er is een meeropbrengst bij hogere plantdichtheden maar het is de vraag of deze voldoende is om de meerkosten te dekken. Grote onzekerheid hierin is de benodigde schoningsarbeid bij de hogere plantdichtheden. Een hogere plantdichtheid verhoogt de stikstofefficiëntie vergeleken met de standaard plantdichtheid. Hogere plantdichtheden zijn mogelijk wel een toepasbare maatregel, mede omdat dit weinig extra kennis en investeringen kost, zeker gezien de trend in de afzet naar een prei met een lager stukgewicht.

Een bijzonder resultaat gaf het plantverband van 40 * 10 cm met 250 000 planten per ha. Dit plantverband gaf een zeer hoge meeropbrengst ten opzichte van de standaardplantdichtheid van 7,5 ton per ha met rijenbemesting en 9,6 ton/ha met fertigatie. Dit plantverband had van de hogere plantdichtheden het grootste economisch perspectief. Echter dit plantverband is ook het minst praktische plantverband omdat de huidige oogst en plantmechanisatie hierop niet zijn toegesneden. Het verdient de aanbeveling nader te kijken naar de mogelijkheden om dit plantverband toch praktisch mogelijk te maken.

1 Aanleiding en doel

Zowel milieueisen als de noodzaak om constante kwaliteit en constant volume te produceren tegen een acceptabele kostprijs, zullen tot de ontwikkeling van nieuwe teeltsystemen leiden. Door 'gestuurd' te telen kan de bodem voornamelijk als substraat gebruikt gaan worden. Vooral in Zuidoost Nederland is de milieuproblematiek rond emissie van mineralen groot en prei is om dat gebied een belangrijk vollegrondsgroentegewas.

Het brede achterliggende doel van het onderzoek naar fertigatie is het ontwikkelen van innovatieve, gestuurde teeltsystemen voor prei die nieuwe perspectieven bieden aan de sector op gebied van markt (kwaliteit, kostprijs, constant volume), arbeid (arbeidsomstandigheden, arbeidsbehoefte) en regelgeving (milieueisen). Om deze doelstellingen te realiseren wordt voor de langere termijn de mogelijkheden onderzocht van teelt los van de ondergrond (op substraat of water). Voor de korte termijn is teelt met fertigatie een kansrijke mogelijkheid om beter te kunnen sturen in de productie met minder verliezen. Om beter op marktwensen van uniformiteit te kunnen sturen en meer mogelijkheden voor een effectiever gebruik van fertigatie te hebben is ook het effect van plantaantallen op de opbrengst onderzocht.

In 2008 en 2009 maakte het onderzoek naar fertigatie onderdeel uit van Teelt de grond uit. In 2010 is dit onderzoek daar los van te komen staan vanwege het relatief beperkte perspectief voor beperking van emissies. Het onderzoek naar fertigatie is in 2008 en 2009 gefinancierd door het Productschap Tuinbouw en het ministerie van LNV. In 2010 is het onderzoek alleen door het productschap Tuinbouw gefinancierd.

Het doel van onderzoek naar fertigatie is de beantwoording van de volgende vragen:

1. Geeft de teelt van prei met fertigatie een hogere opbrengst en betere kwaliteit dan met standaard rijenbemesting?
2. Geeft de teelt van prei met fertigatie minder emissie en een hogere stikstofbenutting dan met standaard rijenbemesting?
3. Is de teelt van prei met fertigatie economisch meer rendabel dan de standaard teelt met rijenbemesting?
4. Is fertigatie bij hogere plantgetallen en andere plantverbanden economisch rendabeler dan met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?

Uit de resultaten van de plantverbanden kwamen na het eerste jaar nieuwe vragen naar voren.

5. Kan met hogere plantgetallen en andere plantverbanden een hogere opbrengst gehaald worden en betere uniformiteit en kwaliteit dan met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?
6. Heeft de teelt van prei met hogere plantgetallen en andere plantverbanden minder emissie en een hogere stikstofbenutting dan met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?
7. Is de teelt van prei met hogere plantgetallen en andere plantverbanden meer economisch rendabel dan met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?

Dit rapport geeft een overzicht van de resultaten over de 3 jaren. In hoofdstuk 2 wordt de aanpak beschreven. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de drie jaar beschreven. In hoofdstuk 4 volgt een economische evaluatie. In hoofdstuk 5 wordt afgesloten met de conclusies en aanbevelingen voor de praktijk. In de bijlagen zijn de resultaten van 2008 en 2009 samengevat en de resultaten van 2010 uitgebreider beschreven. Uitgebreide beschrijving van de resultaten van 2008 en 2009 zijn te vinden in de jaarrapporten Haan 2008, en Wijk 2009.

2 Materiaal en methoden

2.1 Overzicht behandelingen 2008-2010

In de drie proefjaren zijn diverse behandelingen uitgevoerd. In tabel 1 staan deze behandelingen vermeld. De basis van de proef bestond uit:

- het vergelijken van standaard rijenbemesting met fertigatie bij het
 - standaard plantgetal van 166 600 planten per ha (plantverband 75*8 cm) bij
 - standaard stikstofbemestingsniveau (streefgift 235 kg N/ha en
 - 70% stikstofbemestingsniveau (streefgift 165 kg/ha).
- Tevens is een 0-object zonder stikstofbemesting toegevoegd voor een betere interpretatie van de resultaten.
- Het vergelijken van het standaard plantgetal van 166 600 planten per ha met hogere plantgetallen van 208 300 (60*8 cm) en 250 000 (40*10 cm) planten per ha bij toepassing van fertigatie.

Daarnaast zijn er diverse aanvullende objecten geweest die niet in alle jaren zijn toegepast:

- Vergelijken van hogere plantgetallen bij rijenbemesting (in 2009-2010: 208 300 en 250 000 planten per ha) om antwoord te krijgen op de vraag of ook bij rijenbemesting de opbrengst stijgt met hogere plantdichtheden
- Effecten van toepassing van foliebedekking (2008-2009) bij fertigatie bij standaard stikstofbemesting en 70% stikstofbemesting om te kijken of opbrengst extra verhoogd kan worden en stikstofverliezen extra beperkt kunnen worden. Vanwege de beperkte resultaten is foliebedekking in 2010 niet meer meegenomen in de proef en worden de resultaten hiervan niet beschreven in deze samenvatting. Voor de achtergronden wordt verwezen naar de proefverslagen van 2008 en 2009.
- Alternatieve plantverbanden
 - Afwisselend rijen 40 en 60 x 10 cm (200 000 planten per ha) in 2008 om te sparen op hoeveelheid tape: hier 2 rijen planten per tape
 - 60*7 cm (238 000 planten per ha) in 2008
 - 50*8 cm vergeleken met 40* 10 cm (250 000 planten per ha) in 2010. 50*8 cm is praktisch uitvoerbaar. 40*10 cm is praktisch slecht uitvoerbaar met de huidige mechanisatie.
- Verhoging van stikstofbemesting naar 130% van standaardgift (300 kg/ha) in 2009 bij de diverse plantverbanden. Bij hogere opbrengst bij grotere plantdichtheden hoort mogelijk ook een hogere bemesting.
- Berekening (druppelirrigatie) op basis van vochtsensoren. Niet nader beschreven in deze samenvatting.

Tabel 1. **Behandelingen per proefjaar, gebruikt in de samenvatting over de jaren 2008-2010; prei fertigatie/plantgetallen Vredepeel. Vetgedrukt en schuin de basisobjecten die ieder jaar zijn getest.**

plantgetal	plantverband	streef N-gift	toedieningswijze	grondbedekking	aantal rijen per tape	2008	2009	2010
per ha	(cm)	(kg/ha)						
166600	75 * 8	0	<i>geen bemesting</i>	<i>geen bedekking</i>	1	X	X	X
166600	75 * 8	165	fertigatie	foliebedekking	1	X	X	
166600	75 * 8	165	<i>fertigatie</i>	<i>geen bedekking</i>	1	X	X	X
166600	75 * 8	165	<i>rijenbemesting</i>	<i>geen bedekking</i>	1	X	X	X
166600	75 * 8	235	fertigatie	foliebedekking	1	X	X	
166600	75 * 8	235	<i>fertigatie</i>	<i>geen bedekking</i>	1	X	X	X
166600	75 * 8	235	fertigatie + FlowAid	geen bedekking	1		X	
166600	75 * 8	235	<i>rijenbemesting</i>	<i>geen bedekking</i>	1	X	X	X
166600	75 * 8	300	fertigatie	geen bedekking	1		X	
166600	75 * 8	300	rijenbemesting	geen bedekking	1		X	
200000	40/60 * 10	235	fertigatie	geen bedekking	2	X		
208300	60 * 8	235	<i>fertigatie</i>	<i>geen bedekking</i>	1	X	X	X
208300	60 * 8	235	rijenbemesting	geen bedekking	1		X	X
208300	60 * 8	300	fertigatie	geen bedekking	1		X	
208300	60 * 8	300	rijenbemesting	geen bedekking	1		X	
238000	60 * 7	235	fertigatie	geen bedekking	1	X		
250000	40 * 10	235	<i>fertigatie</i>	<i>geen bedekking</i>	2	X	X	X
250000	50 * 8	235	fertigatie	geen bedekking	2			X
250000	40 * 10	235	rijenbemesting	geen bedekking	2		X	
250000	50 * 8	235	rijenbemesting	geen bedekking	2			X
250000	40 * 10	300	fertigatie	geen bedekking	2		X	
250000	40 * 10	300	rijenbemesting	geen bedekking	2		X	

2.2 Proefopzet en uitvoering

De proeven zijn alle jaren uitgevoerd in een herfstteelt op de zandgrond van PPO Vredepeel. De teeltwijze was een vlakveldsteelt met losse plant, geplant volgens de pongatenmethode. De objecten zijn steeds in 4 herhalingen getoetst.

Bemestingsstrategie fertigatie en rijenbemesting:

Er is steeds bemest naar de N-behoefte van het preigewas. Daarvoor zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Er is bemest volgens het prei Stikstof Bijmest Systeem (NBS). In 2008 is bemest aan de hand van cropscaan metingen en in 2009 en 2010 op basis van N-mineraal-bemonsteringen (laag 0-30 cm) vóór de teelt en daarna elke 2 weken tijdens de teelt.
- Vervolgens is de NBS opnamecurve toegepast. (= verwachte opname in komende teeltweken + buffer – Nmin).
- Alle tussentijdse giften zijn gebaseerd op het gemiddelde van de uitslag van fertigatie en rijenbemesting bij *N-streefgift 235 kg/ha en plantgetal 166.600 planten per ha*. Onbetrouwbare uitslagen van N-mineraal rijenbemesting vanwege bijvoorbeeld slecht oplossen van de mestkorrels, zijn buiten beschouwing gelaten.

- De standaard bemesting is 235 kg/ha zijnde de stikstofnorm. In de proefjaren 2008 en 2009 is de N gift op deze 235 kg/ha afgetopt. In 2010 is niet afgetopt. Omdat de N-mineraalcijfers laag waren door de vele neerslag is naar behoefte *meer* gegeven, waarbij de 235 kg/ha norm te boven is gegaan.
- Bij de verlaagde giften bij objecten (streefgift 165 kg/ha) is steeds 70% gegeven van de hoeveelheid van de standaardbemesting. Dat betekende in 2010 ook een overschrijding van de 165 kg/ha.
- Bij de fertigatie objecten is er, als het nodig was, steeds *wekelijks* gefertigeerd. De rijenbijbemestingen zijn gemiddeld maandelijks toegediend.
- Vanwege het hoge N min gehalte bij het planten is vooraf geen N-basisbemesting toegediend.

In tabel 2 is de specifieke teelt technische informatie per jaar vermeld.

Tabel 2, **Teelt technische informatie van de prei fertigatie/plantafstanden proeven per proefjaar 2008-2010.**

Teeltaspect	2008	2009	2010
Ras	Shelton	Belton	Belton
Plantdatum	25/26 Juni 2008	25 Juni 2009	1 juli 2010
Eind oogst	fertigatie 9 december, plantafstandenproef 12 december 2008	23 november 2009	6 en 8 december 2010

Watergeef-regiem:

Bij alle objecten is in 2008 en 2009 steeds via fertigatieslang water gedruppeld, dus ook bij de standaard rijenbemesting. Daarvoor is gekozen om de *effect van bemesting* tussen fertigatie en rijenbemesting goed te kunnen toetsen, losgekoppeld van de watergift invloed. De wijze en momenten van vochttoediening en de toegediende hoeveelheden water waren dus bij alle objecten gelijk. Alleen de wijze en momenten van toediening van de N-meststof verschilden. In 2010 is daar in de zeer natte periode van de teelt van afgeweken. De door de regen al zeer natte bouwvoor is toen niet nog meer verzadigd door water druppelen bij de objecten met rijenbemesting.

Verder was gepland bij droogte het gewas bovengronds te beregenen. De vochttoestand van de bouwvoor is daarvoor steeds op 30 en 45 cm diepte gemeten met tensiometers. Beregening was in geen van de proefjaren nodig.

Waarnemingen:

Voor een goede interpretatie van de resultaten zijn jaarlijks per behandeling de volgende waarnemingen gedaan:

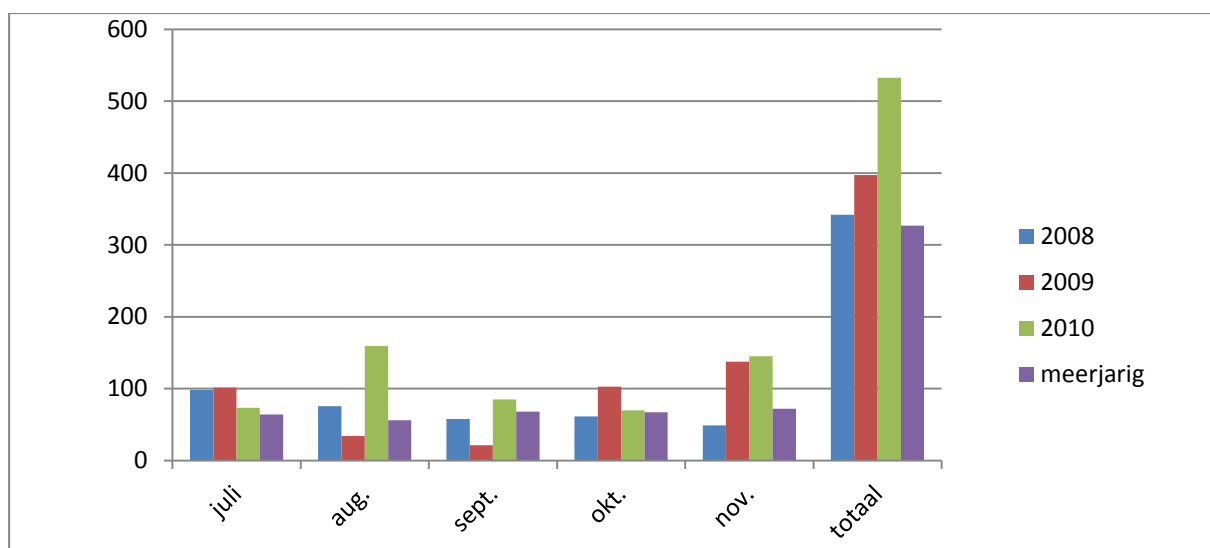
N-mineraalmonsters: naast de 2 wekelijks N- bemonstering is *voor en na* de teelt in de laag 0-30 en 30-60 cm de N-mineraal bepaald door Blgg,

Bij oogst: bruto opbrengst, netto opbrengst, opbrengst per kwaliteitssortering (klasse I, II, uitval, rot en schot) en dikte sorteringsklasse en plantgewicht van klasse I product. Van bruto geschoond product zijn de gehalten droge stof, N en P bepaald voor berekening N-afvoer en P-afvoer. De gegevens zijn steeds per jaar en over de jaren statistisch geanalyseerd en getoetst met het rekenpakket *Genstat Release 13.2*

3 Resultaten

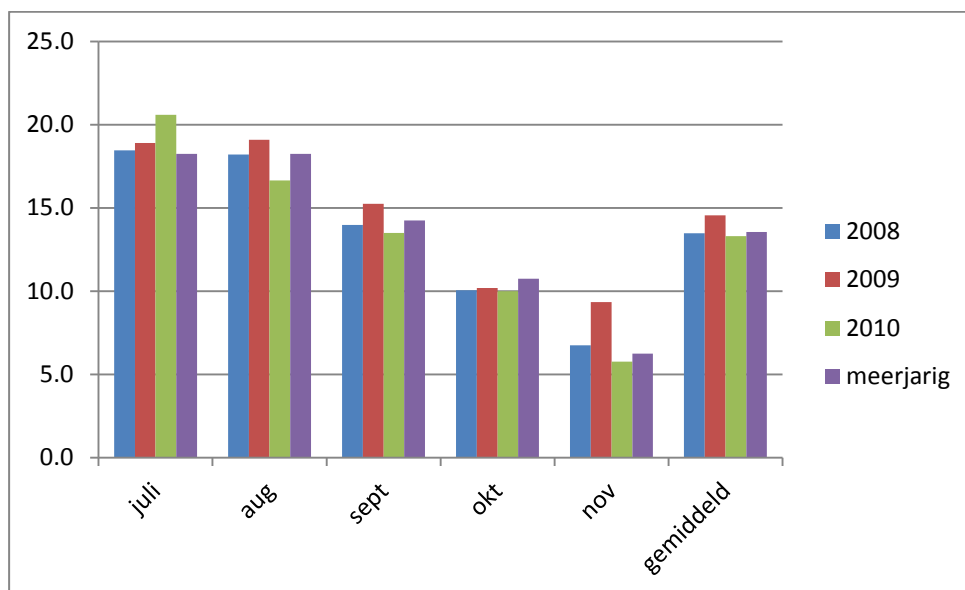
3.1 Weer in de proefjaren

De weersomstandigheden tijdens de teelt van de herfstprei in de proefjaren zijn in beeld gebracht met de neerslag in grafiek 1 en het temperatuursverloop in grafiek 2. Qua totale neerslag ontlieden de jaren 2008 en 2009 elkaar niet veel, maar 2010 was duidelijk een uitschieter. Wat betreft de verdeling over de teeltmaanden valt op dat de start en het einde van de teelt vrij nat waren. De andere maanden vielen er relatief normale hoeveelheden, met uitzondering van de extreme neerslag in augustus 2010. Augustus en september 2009 waren vrij droge maanden.



Grafiek 1. Neerslag (mm) per maand in de teeltperiode per proefjaar, 2008-2010 en meerjarig.

De gemiddelde temperatuur in de herfstteelt was respectievelijk 13,5 14,6 en 13,3 graden C. in de jaren 2008, 2009 en 2010. Het jaar 2009 was dus gemiddeld duidelijk warmer. Het temperatuursverloop was logischerwijs naar de herfst toe alle jaren dalend. In juli 2010 was extreem warm kort na planten. Dit gaf geen uitval bij de weggroei.



Grafiek 2. **Temperatuur (graden C) per maand en in hele teeltperiode in de proefjaren 2008-2010, vergeleken met meerjarig gemiddelde voor Noord- Limburg.**

3.2 Opbrengsten 2008-2010

In tabel 3 zijn de opbrengstgegevens over de jaren 2008-2010 uitgesplitst per toedieningswijze, per plantverband en per bemestingsniveau weergegeven. Ook is aangegeven of de verschillen statistisch significant zijn. Getallen met dezelfde letter zijn niet significant verschillend. In tabel 4 zijn opbrengstgegevens over de jaren per toedieningswijzen en vervolgens per plantgetal samengevat. In de grafieken 3 en 4 zijn de samengevatte opbrengsten per bemestingswijzen respectievelijk per werkelijke N-gift weergegeven. Grafiek 5 brengt het verloop van de plantgewichten per object in beeld.

Tabel 3. **Opbrengsten en plantgewichten per behandeling gemiddeld over de proefjaren 2008-2010; prei Vredepeel.**

Toediening.	Plant verband cm	Plant getal/ha *1000	N-streef gift kg/ha	opbr. klasse 1		% klasse 1		rot		schot		Plantgew.	
				t/ha	*	%	*	%	*	%	*	gram	*
fert.	75*8	166	165	47,1	a	94	bc	2	a	1	a	294	f
rijenb.	75*8	166	165	46,3	a	96	c	1	a	0	a	289	ef
fert.	75*8	166	235	50,8	abc	94	bc	1	a	0	a	310	g
rijenb.	75*8	166	235	48,1	ab	94	bc	2	a	1	a	298	fg
fert.	75*8	166	300	45,9	a	93	bc	2	a	1	ab	304	fg
rijenb.	75*8	166	300	48,7	abc	95	bc	1	a	0	a	301	fg
fert.	60*8	208	235	55,9	de	93	bc	2	a	0	a	277	de
rijenb.	60*8	208	235	54,1	cd	94	bc	2	a	0	a	273	cde
fert.	60*8	208	300	54,0	cd	94	bc	1	a	1	ab	269	bcde
rijenb.	60*8	208	300	53,6	cd	95	bc	2	a	1	a	261	abcd
fert.	50 *8	250	235	55,0	cd	94	bc	2	a	0	a	240	a
rijenb.	50 *8	250	235	53,2	bcd	85	a	3	a	0	a	241	a
fert.	40*10	250	235	60,4	e	94	bc	1	a	0	a	255	abc
rijenb.	40*10	250	235	55,7	de	94	bc	1	a	2	b	250	abc
fert.	40*10	250	300	59,3	de	95	bc	1	a	0	a	243	ab
rijenb.	40*10	250	300	58,5	de	92	b	2	a	1	a	237	a
geen bem.	75*8	166	0	33,6	f	92	ab	1	ab	1	ab	211	a

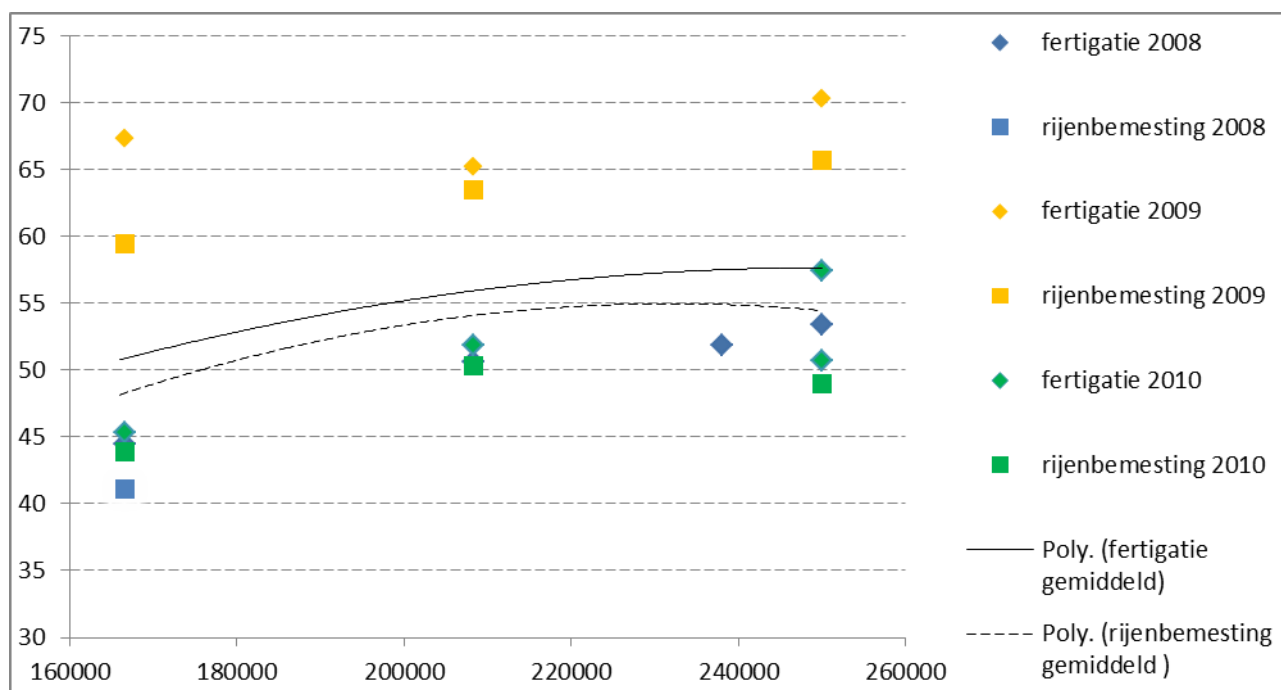
* getallen per kolom met gelijke letters verschillen statistisch niet significant van elkaar, Fert. = fertigatie; rijenb. = rijenbemesting

Tabel 4. **Opbrengsten en plantgewichten, eerst gemiddeld per toedieningswijzen over alle plantgetallen en N-giften, vervolgens per plantverband/plantgetal gemiddeld over de toedieningswijzen bij N streefgift 235 kg/ha; prei Vredepeel, samenvatting 2008-2010.**

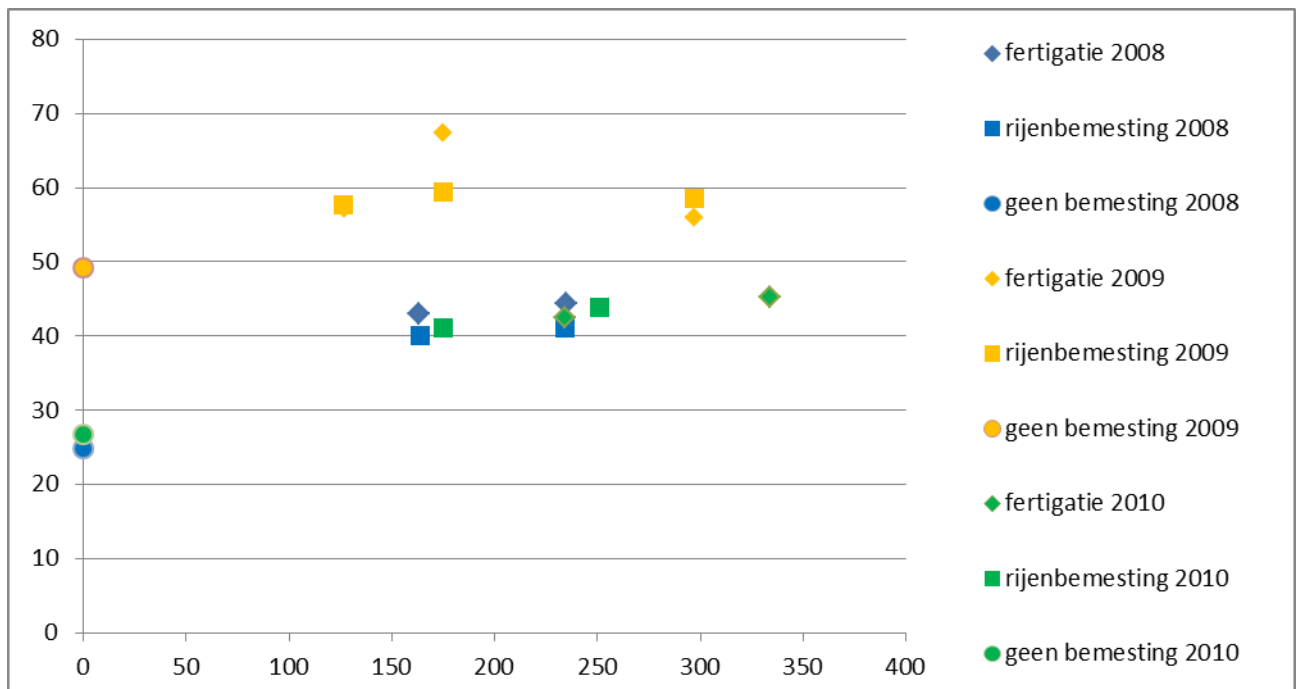
toediening	plantverband (cm)	plantgetal (*1000)	streef N-gift (kg/ha)	opbr. klasse 1		klasse I		rot		schot		plantgewicht	
				t/ha	*	%	*	%	*	%	*	g/st	*
fertigatie				53,5	a	94	a	1,6	a	0,5	a	274	a
rijenbemesting				52,3	a	93	a	1,8	a	0,6	a	269	a
plantverband	pl/ha	streef N-gift											
(cm)	(*1000)	(kg/ha)											
75 * 8	166	235	50,0	cd	94	b	2	ab	1	ab	308	f	
60 * 8	208	235	55,1	ef	93	b	2	ab	0	ab	275	de	
40 * 10	250	235	59,1	f	94	b	1	a	1	b	253	bc	
50 * 8	250	235	54,5	ef	89	a	3	b	0	ab	243	bc	

*getallen per kolom met gelijke letters verschillen statistisch niet significant van elkaar.

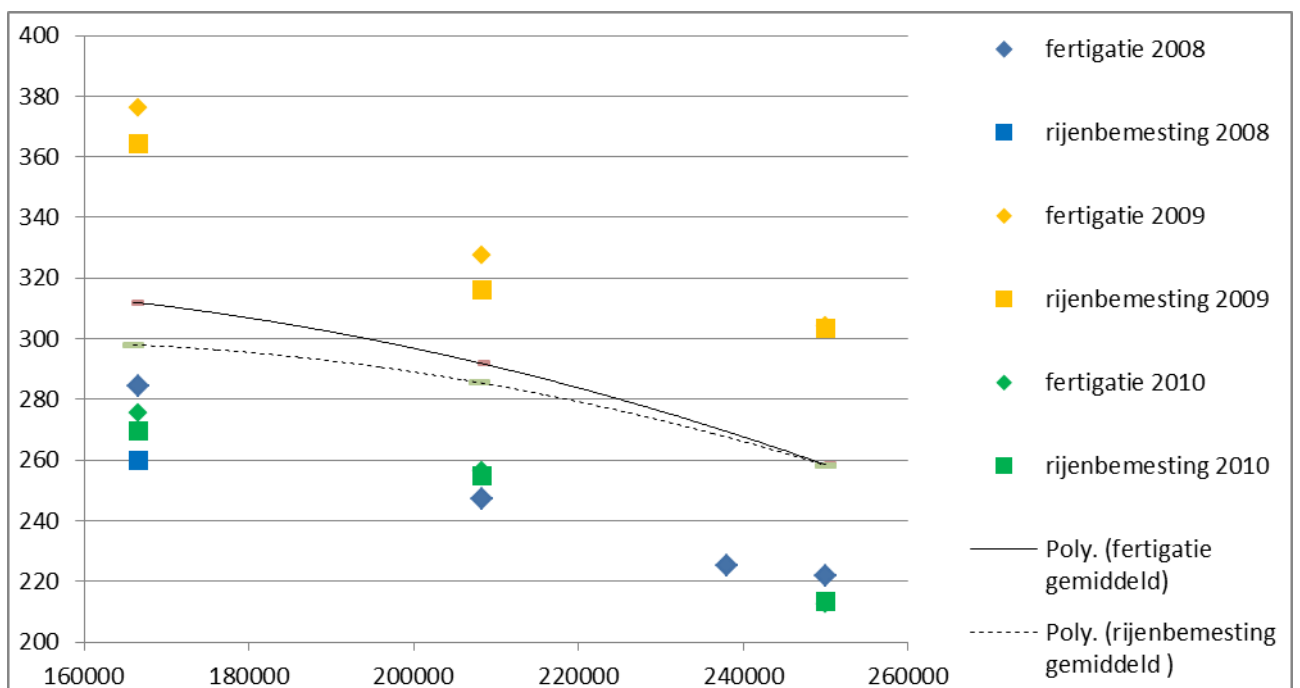
De opbrengsten klasse I gemiddeld over de jaren variëren van 33,6 ton bij geen bemesting tot 60,4 t/ha bij 300 kg N-gift en 250.000 planten per ha. Het effect van de plantgetallen is groot. Plantgetal van 250.000 stuks per ha scoort significant meer productie dan 166.000 planten per ha. Binnen de plantgetallen is er geen betrouwbaar opbrengstverschil tussen de N-streefgiften van bemesting 165, 235 en 300 kg/ha. Bij de N-streefgift van 235 kg/ha is de opbrengst klasse 1 bij alle plantgetallen met fertigatie stelselmatig circa 1,5-2 t/ha hoger dan bij *rijenbemesting*. Bij het hoogste plantgetal en een plantverband van 40*10 cm is het verschil 5 ton per ha. Deze verschillen zijn niet statistisch betrouwbaar. De percentages klasse 1 zijn hoog en verschillen weinig van elkaar. Alleen het object 50*8 cm wijkt betrouwbaar af. De percentages rot en schot zijn laag en wijken tussen de behandelingen nauwelijks af. De gewichten per plant zijn lager bij hogere plantaantallen per ha. De hoogste plantgewichten worden in deze proef, met bijna 300 gram gemiddeld, bereikt bij 166.000 planten/ha bij de bemeste objecten. De lagere stikstofbemesting (streefgift 165 kg N/ha) geeft ook een statistisch betrouwbaar lager plantgewicht. Bij het hoge plantgetal van 250.000 planten per ha reikt het plantgetal nog tot ruim 240 gr/stuk. De uniformiteit veranderde niet door hogere plantaantallen of toepassing van fertigatie.



Grafiek 3. Gemiddelde opbrengsten klasse 1 (ton/ha), per plantgetal (aantallen planten/ha) uitgesplitst naar bemestingswijze en jaar bij streef-N-gift 235 kg/ha. Lijnen geven de gemiddelde opbrengst weer over de jaren voor fertigatie (ononderbroken lijn) en rijenbemesting (streepjes).



Grafiek 4 **Opbrengsten klasse 1 (ton/ha) per werkelijk toegediende N-gift uitgesplitst naar bemestingswijze en jaar bij 166000 planten per ha**



Grafiek 5, **Gemiddelde plantgewicht per plantgetal uitgesplitst naar bemestingswijze en jaar over de jaren 2008-2010.**

3.3 N-min na oogst en mineralen afvoer 2008-2010

3.3.1 N-min na oogst

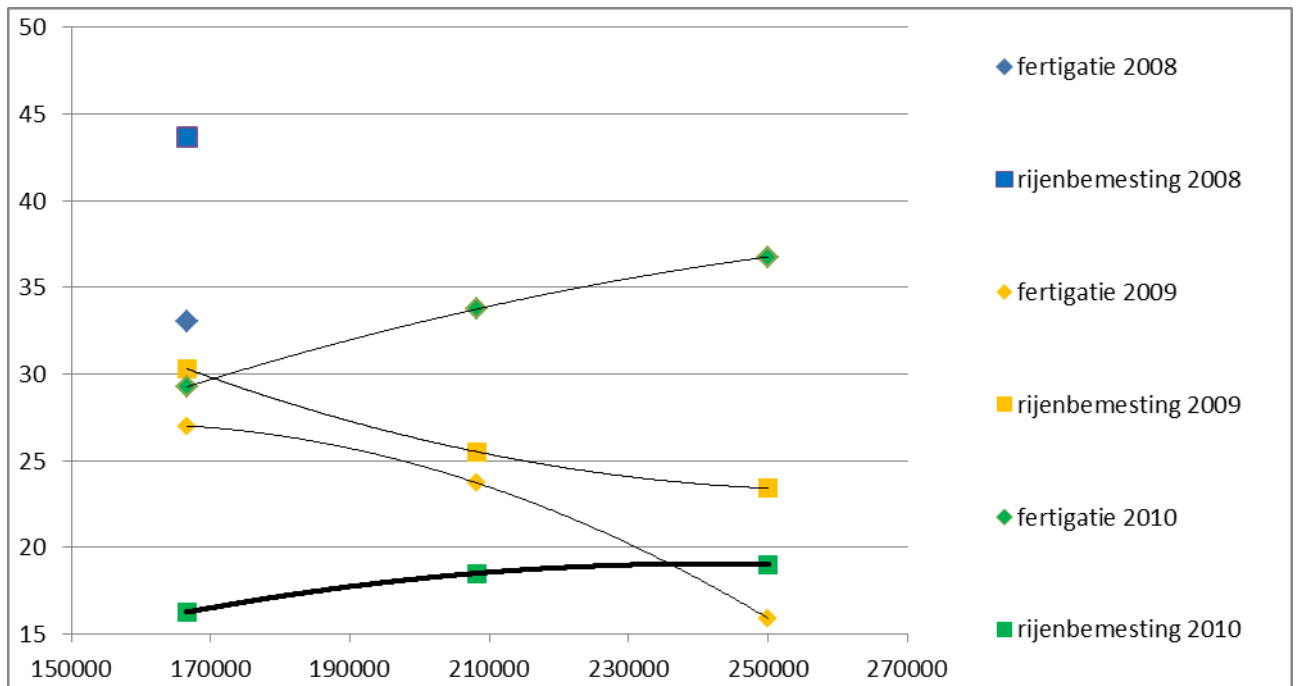
In tabel 5 staat per behandeling de gemiddelde N-mineraal na de teelt in de laag 0-60 cm over de jaren, gerangschikt naar streefgift, vervolgens naar plantgetal en toedieningswijze. Ook is de kleurbeoordeling van de eindoogst weergegeven. Grafiek 6 brengt de N-mineraal na de oogst in beeld.

Tabel 5. **N-mineraal na de teelt in de laag 0-60 cm: prei fertigatie/plantgetallen, Vredepeel. 2008-2010.**

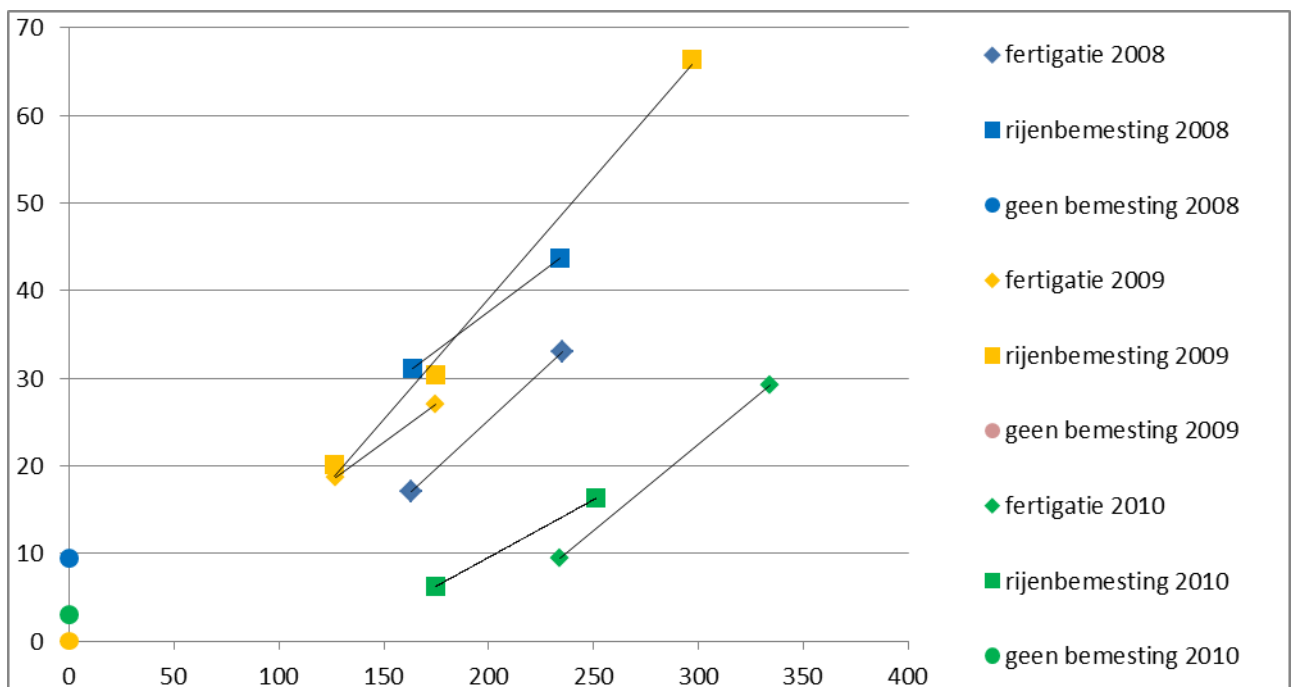
Plant verband (cm)	plantgetal(*1000)	N-streefgift (kg/ha)	Toedienings wijze	N-mineraal (kg/ha) laag 0-6 cm		Kleur*	
75 * 8	166	0		2	a	5,3	a
75 * 8	166	165	rijenbemesting	13	ab	6,4	b
75 * 8	166	165	fertigatie	16	b	6,2	b
75 * 8	166	235	rijenbemesting	23	bcde	6,6	b
75 * 8	166	235	fertigatie	31	def	6,4	b
60 * 8	208	235	rijenbemesting	22	bcd	6,6	b
60 * 8	208	235	fertigatie	29	cdef	6,0	ab
40 * 10	250	235	rijenbemesting	23	bcde	6,2	b
40 * 10	250	235	fertigatie	25	bcde	6,3	b
50 * 8	250	235	rijenbemesting	19	bcd	6,6	b
50 * 8	250	235	fertigatie	37	efg	6,1	ab
75 * 8	166	300	rijenbemesting	66	ij	6,2	b
75 * 8	166	300	fertigatie	43	fgh	6,2	b
60 * 8	208	300	rijenbemesting	70	j	5,9	ab
60 * 8	208	300	fertigatie	51	ghi	5,9	ab
40 * 10	250	300	rijenbemesting	58	hij	6,7	b
40 * 10	250	300	fertigatie	48	gh	6,4	b
gemiddelde				33		6,2	

* kleur 9 = zeer donkergroen, 1 = zeer lichtgroen *Getallen per kolom met gelijke letters verschillen statistisch niet significant van elkaar.

De N-mineraal na de teelt in de laag 0-60 cm correleert sterk met de bemesting die toegediend is. De nul gift laat het minst in de bodem achter, gevolgd door de 165 kg/ha gift. De 235 kg/ha streefgift heeft na de oogst gemiddeld weer een lagere N-mineraal dan de 300 kg/ha gift. Het effect van toedieningswijze op de N-mineraal is wisselend. Tussen de jaren zijn er qua bemestingswijze aanzienlijke verschillen in N-mineraal na oogst (zie grafiek 7). In 2008 en 2009 is bij fertigatie de N-mineraal na oogst lager dan bij rijenbemesting en in 2009 is de trend dalend bij hogere plantgetallen. In 2010 is bij fertigatie de N-mineraal na oogst juist hoger dan bij rijenbemesting en de trend bij toenemende plantgetallen ook stijgend. Dit komt waarschijnlijk door de grote hoeveelheid neerslag in 2010 en dat met fertigatie extra water is gegeven waardoor uitspoeling is opgetreden.



Grafiek 6. N-mineraal (kg/ha) na de teelt laag 0-60 cm bij verschillende plantgetallen (planten/ha) bij streefgift van stikstofbemesting van 235 kg/ha uitgesplitst naar toedieningswijze en jaren.



Grafiek 7. N-mineraal (kg/ha) na de teelt laag 0-60 cm per werkelijk gegeven N-gift (kg/ha) per jaar en toedieningswijze bij 166 000 planten/ha, Vredepeel, 2008-2010.

3.3.2 Mineralen afvoer

In tabel 6 zijn vermeld de droge stof percentages, de fosfaat- en stikstofgehalten en de fosfaat- en stikstofafvoer met het preigewas per behandeling over de jaren 2008-2010. Grafiek 8 geeft een beeld van

de stikstofafvoer.

Het droge stofgehalte is het hoogst bij geen bemesting en bij de lage giften van 165 kg/ha. Bij hogere giften neemt het drogestof gehalte af. Per gift zijn er geen betrouwbare verschillen tussen de toedieningswijze fertigatie of rijenbemesting.

Het fosfaatgehalte is betrouwbaar lager bij geen bemesting. Tussen de andere behandelingen zijn de verschillen gering.

Het stikstofgehalte is het laagst bij geen bemesting en bij de lage giften van 165 kg/ha. Bij hogere giften neemt ook het stikstofgehalte toe. In vergelijkbare gevallen van hetzelfde plantgetal en dezelfde streefgift is in 8 van de 9 gevallen stikstofgehalte lager bij fertigatie vergeleken met rijenbemesting. De verschillen zijn echter niet statistisch significant.

De bruto opbrengst wordt hoger bij hogere bemestingsgift en hogere plantgetallen, zoals we dat ook zien bij de netto opbrengst. Het verschil tussen fertigatie en rijenbemesting varieert. In 6 van de 9 gevallen is de opbrengst bij fertigatie gelijk of hoger en in 3 gevallen lager. Ook hier geen significante verschillen bij vergelijkbare behandelingen.

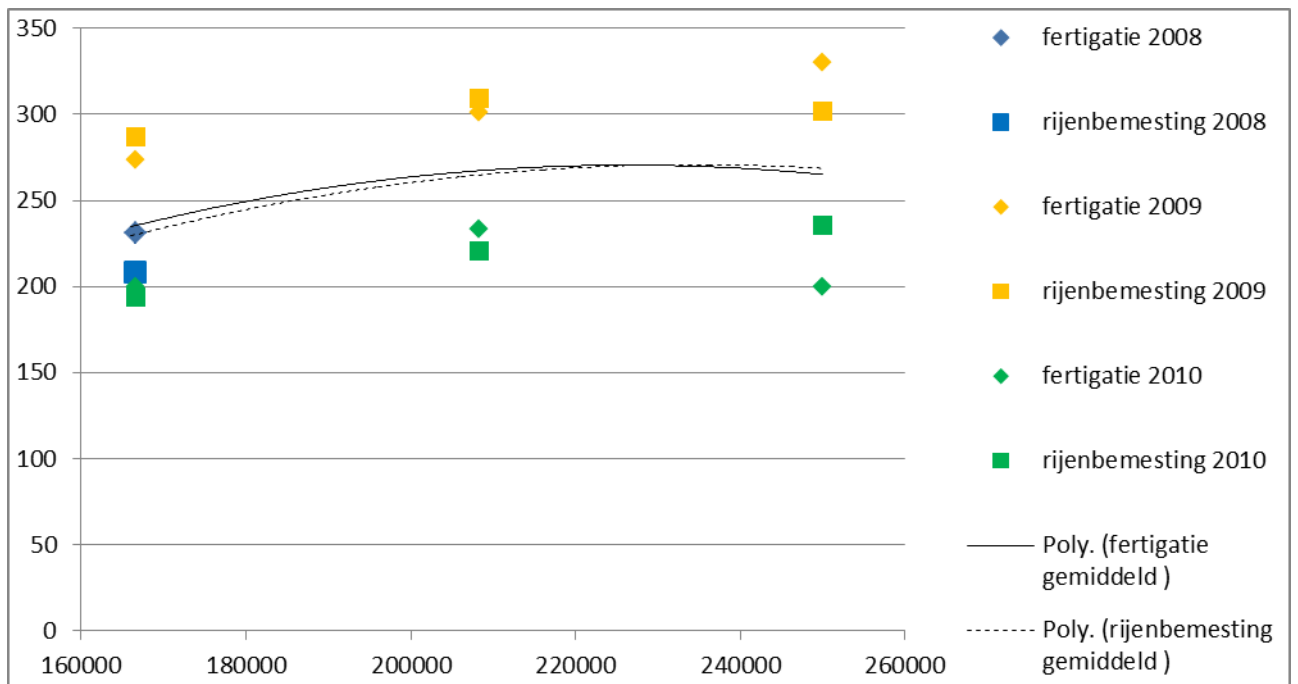
De fosfaatafvoer stijgt licht bij hogere bemestingsgift en hogere plantgetallen. Er is geen duidelijke lijn tussen fertigatie en rijenbemesting bij de behandelingen.

De stikstofafvoer stijgt sterk bij hogere bemestingsgift en hogere plantgetallen. Het verschil tussen de stikstofgift van 165 kg/ha bij 166.000 planten en de stikstofgift van 300 kg/ha en 250000 planten is bijna 90 kg. Ook hier wisselt het beeld tussen fertigatie en rijenbemesting bij de behandelingen en is er geen duidelijk lijn welke bemestingswijze een hogere of lagere stikstofafvoer via het gewas veroorzaakt.

Tabel 6. Droge stof %, fosfaat en stikstofgehalten en fosfaat en stikstofafvoer met het gewas prei fertigatie/plantgetallen, Vredepeel, 2008-2010.

plant- verband	plant - getal	N- Streef- gift	toe- die- ning	%		P ₂ O ₅ geh.		N- geh.		bruto opbr.		Fos- faat af- voer		N-af voer	
cm	*100 0	kg/ha		dr. sto f	*	g/kg ds	*	g/kg ds	*	t/ha	*	kg/h a	*	kg/h a	*
75*8	166	0	nvt	13, 2	d	5,9	a	14,6	a	62	a	46	a	117	a
75*8	166	165	rijenb.	10, 5	c	6,8	bcd	25,0	bcde	82	b	56	b	207	bc
75*8	166	165	fertig.	10, 3	bc	6,8	bcd	24,3	bcd	85	b	58	bc	204	b
75*8	166	235	rijenb.	9,7	ab	7,3	cde	28,4	fghi	87	b	59	bc	230	cde
75*8	166	235	fertig.	9,8	abc	7,0	bcd e	27,6	efg	89	b	59	bc	232	cde
75*8	166	300	rijenb.	9,4	a	7,2	bcd e	31,8	i	90	bc	57	bc	262	fghi
75*8	166	300	fertig.	9,8	abc	7,3	cde	29,9	fghi	85	b	58	bc	243	defg
40/60*1 0	200	235	fertig.	10, 6	c	6,5	ab	22,1	b	99	cd	66	cde	224	bcd
60*8	208	235	fertig.	9,3	a	7,4	e	28,3	fghi	101	d	67	def	257	efgh
60*8	208	235	fertig.	9,4	a	7,1	bcd e	28,4	fghi	101	d	65	cde	260	fgh
60*8	208	300	rijenb.	10, 0	abc	6,8	bcd	29,4	fghi	99	cd	62	bcd	278	hi
60*8	208	300	fertig.	9,3	a	7,4	de	30,8	hi	104	de	66	cde f	281	hi
50*8	250	235	rijenb.	9,3	a	7,5	e	28,2	fghi	106	def	72	efg	270	ghi
50*8	250	235	fertig.	10, 2	abc	6,7	bcd	23,1	bc	102	de	68	def g	235	cdef
40*10	250	235	rijenb.	9,7	abc	6,7	bc	26,7	cdef	105	de	62	bcd	252	defg h
40*10	250	235	fertig.	10, 0	abc	7,1	bcd e	24,73	bcd	108	ef	73	fg	256	efgh
40*10	250	300	rijenb.	9,5	ab	7,0	bcd e	30,3	ghi	106	def	66	cde	292	i
40*10	250	300	fertig.	9,8	abc	7,2	bcd e	27,7	efgh	115	f	77	g	295	i
Gem.				10		7,0		26,7		95,5		63,1		243	

*Getallen per kolom met gelijke letters verschillen statistisch niet significant van elkaar.



Grafiek 8. **Stikstofafvoer (kg/ha) bij verschillende plantgetallen (planten/ha) per jaar en per toedieningswijze bij streefgift stikstofbemesting van 235 kg/ha.**

4 Korte economische evaluatie

Fertigatie en verhoging van de plantdichtheid leidt tot hogere opbrengsten. De vraag is of de meeropbrengsten door fertigatie en hogere plantdichtheden ten opzichte van gangbare rijenbemesting voldoende zijn om de meerkosten te compenseren? Eerst zal een economische evaluatie van de fertigatie gemaakt worden vergeleken met standaard rijenbemesting bij diverse plantdichtheden. Vervolgens van de plantdichtheden ten opzichte van 166 600 planten per ha zowel voor fertigatie als rijenbemesting en tenslotte van fertigatie en plantdichtheden samen ten opzichte van standaard rijenbemesting bij 166 600 planten per ha.

Als uitgangspunt voor de economische evaluatie van de fertigatie is dezelfde opzet gekozen als in het verslag Demoteelt ruggenteelt met fertigatie in prei (De Haan et al., 2008). De kosten voor de ruggen zijn hier buiten beschouwing gelaten. In deze opzet is alleen rekening gehouden met de directe kosten en niet met de jaarlijkse vaste kosten en de monitoring van de teelt. De vaste kosten kunnen per bedrijf sterk fluctueren afhankelijk van o.a. de benutting van de installatie, de beregeningscapaciteit met overige beregeningsinstallaties.

Voor berekening van de arbeidskosten is in deze opzet uitgegaan van gemiddeld 4 keer beregenen voor rijenbemesting en elf keer druppelen/fertigeren tijdens de teelt. De kosten van energieverbruik en meststofkosten zijn niet meegenomen in de berekeningen.

De meerkosten van fertigatie ten opzichte van rijenbemesting kwam in de opzet in 2008 uit op € 862 per ha voor een standaard volveldsteelt met rijen op 75 cm. Dit bedrag is met 10% verhoogd vanwege veronderstelde kostenstijging en komt daarmee uit op € 948. De gebruikte opbrengstprijs is 44 cent/kg, zoals de KWIN 2009 die voor de herfstteelt geeft.

In tabel 7 is de vergelijking gemaakt van de meeropbrengsten behaald in de proeven met fertigatie en de meeropbrengst die nodig is om de hogere kosten van fertigatie goed te maken. Daaruit blijkt dat de extra kosten van fertigatie ten opzichte rijenbemesting bij alle plantgetallen vergoed wordt door de hogere opbrengst, behalve bij 208 000 planten per ha. Het positieve effect bij de 250 000 planten per ha wordt mede veroorzaakt, doordat men daar met 1 tape per 2 rijen toe kan. Bij een hogere opbrengstprijs zal fertigatie eerder uitkunnen. Bij een lagere prijs is fertigatie in vrijwel alle gevallen niet rendabel.

Tabel 7. **Vergelijking per plantgetal van behaalde proefopbrengst en benodigde meeropbrengst ter vergoeding van de extra kosten van fertigatie ten opzichte van rijenbemesting.**

Plantgetal (*1000)	Plantverband (cm)	Aantal rijen per tape	Meerkosten fertigatie per ha (€)	benodigde meeropbrengst bij prijs van € 0,44/kg (kg/ha)	behaalde meeropbrengst (kg/ha)	resultaat
166	75*8	1	948	2155	2610	positief
208	60*8	1	1185	2694	1840	onvoldoende
250	50*8	2	711	1616	1740	positief
250	40*10	2	889	2020	4680	positief

De tweede vraag is of de meerkosten van de verhoging van het aantal planten per ha door de gescoorde opbrengsten vergoed worden? De meerkosten worden veroorzaakt door meerkosten van het plantmateriaal en de extra uren voor het planten en het schonen van de prei. In tabel 8 is voor het aspect plantgetallen een vergelijking gemaakt van de meeropbrengsten die nodig zijn ter vergoeding van de meerkosten van teelt met hogere plantgetallen (ten opzichte van standaard 166 000 planten per ha) en de in de proeven gescoorde opbrengsten bij divers objecten. De kosten van het plantmateriaal en de planturen zijn verhoogd naar rato van het hogere plantgetal. Voor de schoningsarbeid is in onderstaande tabel uitgegaan van een stijging van 50% van de schoningsarbeid ten opzichte van de stijging van het plantgetal: door meer planten per ha moeten per ha meer planten geschoond worden maar door opbrengst en kwaliteitsstijging gaan we er vanuit dat de schoningsarbeid niet zo hard stijgt als het plantgetal. Hoeveel dit precies is, hebben we niet

gemeten. De 50% is dus een ruwe schatting.

Verhoging van het plantgetal tussen de 3 en 9 ton per ha meeropbrengst is nodig bij 208 000 planten per ha en tussen de 6 en 40 ton per ha bij 250 000 planten per ha afhankelijk van hoe hard de schoningsarbeid meetelt. In het onderstaande rekenvoorbeeld is een meeropbrengst van 5,9 ton per ha bij 208 000 planten per ha en 11,8 ton per ha bij 250 000 planten per ha nodig. Alleen bij 208.000 planten/ha rijenbemesting is deze meeropbrengst nagenoeg gehaald.

Tabel 8. **Vergelijking van de extra kosten, de behaalde proefopbrengst en de benodigde meeropbrengst ter vergoeding van deze meerkosten van hogere plantgetallen ten opzichte van standaard plantgetallen.**

Plantgetal	Plantverband (cm)	Toediening	Meerkosten plantmater.	Meeruren planten*	Meeruren schonen**	Meerkosten arbeid bij uurloon €15	totale meerkosten	benodigde meeropbrengst (kg/ha) bij prijs 44 ct/kg	gehaalde meeropbrengst (kg/ha)	Resultaat
* 1000										
208	60*8	rijenbem.	966	25	85	1643	2609	5928	5910	gelijk
208	60*8	fertigatie	966	25	85	1643	2609	5928	5140	Onvoldoende
250	50*8	rijenbem.	1932	50	169	3285	5217	11857	5070	Onvoldoende
250	50*8	fertigatie	1932	50	169	3285	5217	11857	4200	Onvoldoende
250	40*10	rijenbem.	1932	50	169	3285	5217	11857	7530	Onvoldoende
250	40*10	fertigatie	1932	50	169	3285	5217	11857	9600	Onvoldoende

* naar rato van plantgetal, ** naar 50% van rato van plantgetal

Tabel 9 geeft het effect aan van zowel toepassing van fertigatie als verhoging van het plantgetal. Daarbij is berekend dat de schoningsuren per ha de helft stijgen ten opzichte van het hogere plantgetal. Uit deze tabel blijkt dat bij 208.000 pl/ha + fertigatie de meerkosten dooreen 1 cent hogere verkoopprijs worden goed gemaakt worden. Bij 250.000 pl/ha moet daarvoor de meerprijs 2 tot 5 cent zijn.

Tabel 9. **Vergelijking van opbrengsteffect van fertigatie en plantgetal met benodigde meeropbrengst ter vergoeding van de extra kosten van fertigatie ten opzichte van rijenbemesting 166.000 pl/ha, Preiproeven 2008-2010, Vredepeel.**

Plantgetal	Plantverband	meerkosten fertigatie	Meerkosten hoger plantgetal*	Meerkosten totaal	benodigde meeropbrengst (kg/ha) bij 44 ct/kg	behaalde meeropbrengst **	resultaat	Omslagprijs*** €/kg
* 1000	cm	per ha (€)	€ per ha	€ per ha		kg/ha		
208	60*8	1185	2609	3794	8622	7750	licht negatief	0,45
250	50*8	711	5217	5928	13473	6810	negatief	0,50
250	40*10	889	5217	6106	13877	12210	negatief	0,46

* gebaseerd op o.a. extra schoningsarbeid naar 50% van rato plantgetal, ** t.o.v. standaard preiteelt 166.000 pl/ha.

*** prijs nodig om meerkosten vergoed te krijgen.

5 Conclusie en aanbevelingen voor de praktijk

5.1 Conclusies

In de inleiding zijn een aantal onderzoeksvragen gesteld als doel van het project. In deze paragraaf wordt vanuit de resultaten getracht een antwoord op deze vragen te geven.

1. Geeft de teelt van prei met fertigatie een hogere opbrengst en betere kwaliteit dan met standaard rijenbemesting?

De teelt van prei met fertigatie gaf bij alle getoetste plantdichtheden een hogere opbrengst dan standaard rijenbemesting. Bij het standaard plantverband van 166 600 planten per ha was de meeropbrengst gemiddeld ca 2.5 ton/ha in de proeven. Bij de bemesting van 165 kg/ha streefgift was het opbrengstverschil tussen fertigatie en rijenbemesting ongeveer gelijk aan de bemesting van 235 kg/ha streefgift. Hogere bemesting gaf geen extra meeropbrengst zowel voor fertigatie als rijenbemesting ten opzichte van de standaard bemesting.

In de proeven is alleen het bemestingseffect van fertigatie gemeten: in de rijenbemestingsobjecten is op dezelfde wijze water gegeven als in de fertigatieobjecten. Uit andere fertigatieproeven is bekend dat door een betere watergift met druppelirrigatie de opbrengst ook verhoogd kan worden ten opzichte van boven over watergeven.

De kwaliteit gemeten in percentage klasse 1, percentages schot en rot en de uniformiteit gemeten als verdeling over diverse diameterklassen van het product was gelijk met de standaard rijenbemesting. De gewichten per plant waren gelijk.

2. Geeft de teelt van prei met fertigatie minder emissie en een hogere stikstofbenutting dan met standaard rijenbemesting?

De teelt van prei met fertigatie leidt niet tot een hogere stikstofbenutting en nauwelijks tot minder emissie. Fertigatie lijkt daarmee in prei geen maatregel om emissies te beperken bij de standaard plantdichtheid. Fertigatie leidt niet tot een hogere stikstofafvoer met het gewas. Fertigatie leidde in de “droge” jaren 2008 en 2009 tot een lagere N-min bodem in de laag 0-60 cm na de teelt.

In het natte jaar 2010 leidt fertigatie tot een hogere N-min bodem omdat met het bemesten ook water meegegeven wordt waardoor uitspoeling optreedt. Het volgen van NBS leidde tot een hogere stikstofgift en een hoger overschot. De voorjaar- en zomerperiodes zijn over het algemeen droger. In de zomerteelt van prei kan fertigatie mogelijk een groter effect hebben op de stikstofbenutting. In onderzoek naar fertigatie in een zeer vroege teelt in 2010 kwam dit echter nog niet naar voren.

3. Is de teelt van prei met fertigatie economisch meer rendabel dan de standaard teelt met rijenbemesting?

Of de teelt van prei met fertigatie economisch rendabeler is dan de standaard teelt is lastig aan te geven. In de berekening bij het standaard plantverband was de meeropbrengst voldoende om de berekende kosten te dekken. Echter niet alle kosten konden worden meegenomen in de berekening.

4. Is fertigatie bij hogere plantgetallen en andere plantverbanden economisch rendabeler dan met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?

In de hogere plantdichtheden varieerde de gemiddelde meeropbrengst van prei geteeld met fertigatie van ca 1,7 bij 208 000 planten per ha tot 4,7 ton/ha bij het 40 x 10 cm plantverband met 250.000 planten per ha. De teelt van prei met fertigatie was bij 208.000 planten per ha net niet rendabeler dan het standaard plantgetal. Een 1 cent hogere uitbetaalprijs vergoedt de extra kosten. Bij 250 000 planten per ha was bij het 50 * 8 cm plantverband en het 40 x 10 cm plantverband beide niet rendabeler dan de standaard teelt. Bij het 50 * 8 cm plantverband is een 6 cent hogere prijs nodig om quitte te spelen. Het 40 x 10 cm plantverband had wel een hogere meeropbrengst en lagere kosten vanwege 1 fertigatieslang per 2 rijen, zodat een 2 cent hogere prijs de meerkosten vergoedt.

5. Kan met hogere plantgetallen en andere plantverbanden een hogere opbrengst gehaald worden en betere uniformiteit en kwaliteit dan met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?

De hogere plantdichtheden gaven hogere opbrengsten dan de standaard plantdichtheden. De meeropbrengsten varieerden van 4,2 tot 9,6 ton/ha ten opzichte van de standaard plantdichtheid. Het 40 x 10 cm plantverband met fertigatie gaf de hoogste meeropbrengst. De hogere plantdichtheden hebben niet tot meer ziekteproblemen geleid.

De kwaliteit van productie van de hogere plantdichtheden was gelijk aan die van de lagere plantdichtheden. Ook de uniformiteit was gelijk. Wel was het gewicht per plant lager bij de hogere plantdichtheden. Het daalde van gemiddeld 308 gram per plant bij 166 600 planten per ha naar 243 gram per plant bij 250 000 planten per ha met plantverband 50 * 8 cm.

6. Heeft de teelt van prei met hogere plantgetallen en andere plantverbanden minder emissie en een hogere stikstofbenutting dan met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?

Hogere plantdichtheden gaven een betere stikstofbenutting door een hogere stikstofafvoer. Hogere plantdichtheden gaven minder emissie in de drogere jaren 2008 en 2009 door een lagere N-min bodem 0-60 cm na oogst. In het natte jaar 2010 was de N-min bodem hoger bij de hogere plantdichtheden. Dit is niet goed verklaarbaar. Een reden zou kunnen zijn dat de gedruppelde N-oplossing met regenachtige herfst eerder uitspoelt dan in drogere herfsten.

7. Is de teelt van prei met hogere plantgetallen en andere plantverbanden meer economisch rendabel dan met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?

Of de teelt van prei met hogere plantgetallen economisch meer rendabel is dan met het standaard plantverband is afhankelijk van de gehanteerde opbrengst prijs en de benodigde meerarbeid voor schoning bij meer planten per ha. Vooral het plantverband 40 x 10 cm heeft een hoge meeropbrengst en is daarmee potentieel economisch rendabel. De andere plantverbanden hebben een lagere meeropbrengst en zullen daarmee minder snel rendabel zijn.

8. Is fertigatie bij hogere plantgetallen en andere plantverbanden economisch rendabeler dan rijenbemesting met het standaard plantverband van 75 * 8 cm en 166 600 planten per ha?

In de hogere plantdichtheden varieerde de gemiddelde meeropbrengst van prei geteeld met fertigatie van ca 1,7 bij 208 000 planten per ha tot 4,7 ton/ha bij het 40 x 10 cm plantverband met 250.000 planten per ha. De teelt van prei met fertigatie was bij 208.000 planten per ha net niet rendabeler dan het standaard plantgetal. Een 1 ct hogere uitbetaalprijs vergoedt de extra kosten. Bij 250 000 planten per ha was bij het 50 * 8 cm plantverband en het 40 x 10 cm plantverband beide niet rendabeler dan de standaard teelt. Bij het 50 * 8 cm plantverband is een 6 ct hogere prijs nodig om quitte te spelen. Het 40 x 10 cm plantverband had wel een hogere meeropbrengst en lagere kosten vanwege 1 fertigatieslang per 2 rijen, zodat een 2 ct hogere prijs de meerkosten vergoedt

5.2 Aanbevelingen voor de praktijk

In dit onderzoek is niet eenduidig vastgesteld of fertigatie voordelen voor de praktijk biedt ten opzichte van standaard rijenbemesting bij de standaard plantdichtheid. Er is een meeropbrengst bij fertigatie maar deze is beperkt hoger dan de berekende meeropbrengst waarin niet alle kosten zijn meegenomen. Er is geen stijging van kwaliteit van de productie vastgesteld. Daarnaast is er geen of slechts een heel beperkt voordeel vastgesteld voor beperking van emissies of verhoging van de stikstofefficiëntie. Fertigatie lijkt daarmee in prei geen maatregel om emissies te beperken bij de standaard plantdichtheid. Daarmee lijkt fertigatie op zich bij het standaard plantverband geen effectieve maatregel. Mede ook omdat bij de omschakeling naar fertigatie veel geld en tijd geïnvesteerd moet worden om het systeem aan te schaffen en er mee te leren werken.

In dit onderzoek is ook niet eenduidig vastgesteld of hogere plantdichtheden voordelen voor de praktijk bieden ten opzichte van de standaard plantdichtheid van 166.000 planten per ha. Er is een meeropbrengst bij hogere plantdichtheden maar het is de vraag of deze voldoende is om de meerkosten te dekken. Grote onzekerheid hierin is de benodigde schoningsarbeid bij de hogere plantdichtheden. Een hogere plantdichtheid verhoogt de stikstofefficiëntie vergeleken met de standaard plantdichtheid. Hogere plantdichtheden zijn mogelijk wel een toepasbare maatregel, mede omdat dit weinig extra kennis en investeringen kost, zeker gezien de trend in de afzet naar een prei met een lager stuksgewicht.

Een bijzonder resultaat gaf het plantverband van 40 * 10 cm met 250 000 planten per ha. Dit plantverband gaf een zeer hoge meeropbrengst ten opzichte van de standaardplantdichtheid van 7,5 ton per ha met rijenbemesting en 9,6 ton/ha met fertigatie. Dit plantverband had het grootste economisch perspectief. Echter dit plantverband is ook het minst praktische plantverband omdat de huidige oogst en plantmechanisatie hierop niet zijn toegesneden. Het verdient de aanbeveling nader te kijken naar de mogelijkheden om dit plantverband toch praktisch mogelijk te maken.

Bijlage 1. Samenvatting voorafgaand onderzoek voor 2010

In **2006 en 2007** zijn er demo's met fertigatie uitgevoerd in prei en bladgewassen. De resultaten van deze demo's zijn toegelicht in de telersbijeenkomst op 15 mei 2008 te Vredepeel. De demo fertigatieproef was bij preiteelt op ruggen. Uit de discussie op deze telersbijeenkomst kwam voor *prei* naar voren dat teelt op ruggen weinig lijkt bij te dragen aan de oplossingen en het kan mogelijk zelfs contraproductief zijn. Toen is besloten ons te richten op fertigatie en folie grondafdekking *in een vlakveldsteelt (beddenteelt)*. Discussiepunt was verder: wat is het optimale plantverband ter besparing op fertigatieslangen en wanneer is 1 fertigatieslang per 2 rijen mogelijk. Daarbij speelde bij prei de verwachting mee dat bij een gerichte bemesting een wat nauwer plantverband mogelijk zou zijn met behoud van het plantgewicht. Ook voor fors hogere plantgetallen geteeld met fertigatie, zag men mogelijkheden. De opbrengst per ha zou dan fors stijgen, maar het gemiddelde plantgewicht zou dalen. Voor lichtere prei zou een toenemende markt zijn.

Tegen deze achtergrond zijn *in 2008* de volgende 2 deelproeven met hun behandelingen aan de begeleidingscommissie voorgesteld en uitgevoerd.

- *Deelproef 1. Proef fertigatiegiften en folie in prei:* In de fertigatieproef zijn vergeleken a) standaard bemesting met b) fertigatie en c) fertigatie + folie, allen met 100% en 70% bemesting van de gebruiksnorm. Tevens is een onbemest object toegevoegd.
- *Deelproef 2. Proef Optimale planthoeveelheid/plantafstand met fertigatie in prei:* In deze proef zijn 5 verschillende plantdichtheden en plantverbanden vergeleken: 1) standaard 166600 stuks/ha, 75 x 8 cm; 2) 200000 stuks/ha, afwisselend 40 en 60 x 10 cm; 3) 208300 stuks/ha, 60 x 8 cm, 4) 238000, 60 x 7 cm en 5) 250000 stuks/ha, 40 x 10 cm. De stikstofbemesting is hierbij via fertigatie toegediend tot een maximum van 175 kg/ha N. Eind juni zijn de proeven geplant en begin december geoogst.

Samengevat waren de resultaten van de proeven in 2008:

- Het risico op uitspoeling werd met fertigatie beperkt en de totale stikstofafvoer door het gewas bij de fertigatie objecten was hoger.
- Gebruik van folie gaf geen extra opbrengst en geen extra verlaging van het risico op uitspoeling.
- Reductie van de bemesting met 30% gaf een 2 ton lagere opbrengst en een reductie van het risico op uitspoeling.
- Fertigatie bij 70% bemesting gaf een hogere opbrengst dan standaard 100% rijenbemesting.
- In de plantdichthedenproef stijgt de opbrengst bij een hoger plantaantal tot 20% bij 250000 planten per ha. Wel gaven de hogere plantgetallen een fijnere sortering en lagere gewasgehalten aan stikstof.

De onderzoeksresultaten van het prei-onderzoek 2008 zijn met de begeleidingscommissie besproken en in **2009** voortgezet met de betere objecten van 2008 en enkele nieuwe objecten. De proef is in tweede instantie uitgebreid vanwege extra beschikbare middelen van LNV.

De volgende behandelingen zijn op verschillende niveaus in de proef vergeleken

- Bemestingssystemen: fertigatie versus gangbare rijenbemesting bij 3 N-giften.
- Bemestingshoeveelheden: 4 niveaus: 0, 70% gebruiksnorm, 100% gebruiksnorm en 130% gebruiksnorm.
- Automatische watergeven op basis van Sensoren (Flow-Aid-systeem).
- Plantgetallen: op 3 niveaus (166000, 208300 en 250000 planten/ha), bij gangbare rijenbemesting en fertigatie en bij 2 N-giften.

Samengevat waren de resultaten van de proeven in 2009:

- *Fertigatie* gaf bij de eind oogst een niet-significant hogere productie van 1,7 t/ha vergeleken met rijenbemesting. Dit kleine verschil kan veroorzaakt zijn door het relatief hoge stikstofgehalte bij begin van de teelt (83 kg/ha in de laag 0-30 cm en 151 kg/ha in de laag 0-60 cm). In 2008 gaf fertigatie wel een betrouwbaar hogere opbrengst dan de rijenbemesting.
- *De optimale stikstofgift* lijkt in 2009 rond de 175 kg/ha te liggen onafhankelijk van de bemestingsmethode en de plantaantallen. Dit komt mede door de hoge stikstofvoorraad in de bodem voor de teelt. De opbrengsten bij de giften van 300 kg/ha en 127 kg/ha gift waren gemiddeld gelijk tot lager, de verschillen zijn niet significant.

- *Fertigatie* gaf een lagere stikstofvoorraad in de bodem na de oogst waardoor het risico op uitspoeling lager was.
- *Hogere plantgetallen* gaven bij de eind oogst een fors hogere opbrengst. Het verschil tussen de 166.600 planten per ha en 208.300 planten per ha bedroeg ruim 4 t/ha en naar 250.000 planten per ha zelfs 8 t/ha.
- Hogere plantgetallen gaven wel een fijnere *sortering*. Bij de eind oogst viel bij 250000 planten per ha gemiddeld 17% in de fijne sortering 2-2,5 cm; bij 208.300 planten per ha is dat 12% en bij 166.000 planten per ha is deze 8%.
- De uniformiteit van de sortering werd niet beter bij hogere plantaantallen.
- Het object *folie afdekking+fertigatie* gaf een lagere productie van 5,3 t/ha vergeleken met *fertigatie*. Ook in 2008 werd geen meerproductie door folieafdekking bereikt. Een foliebedekking van de bodem geeft dus geen meerwaarde in de preiteelt.

Bijlage 2. Verslag proefjaar 2010

B2.1 Opzet van de proef 2010

Tegen de achtergrond van de resultaten 2008 en 2009 is de opzet voor het prei-onderzoek 2010 met de begeleidingscommissie doorgesproken en vervolgens uitgevoerd met de betere objecten en enkele nieuwe objecten in een gecombineerde proef met fertigatie, N-giften en diverse plantgetallen. De volgende factoren en niveaus zijn vergeleken:

- *Bemestingsystemen: Fertigatie vs gangbare rijenbemesting bij 2 N-niveaus*
- *Plantgetallen: op 3 niveaus (166000, 208300 en 250000 planten/ha), bij gangbare rijenbemesting en fertigatie en bij 2 N-giften*
- *Plantgetal 250.000 planten per ha bij 2 plantverbanden: 40 *10 en 50 *8 cm*
- *Bemestingshoeveelheden: 3 niveaus: 0, 165, 235 kg/ha.*

In totaal zijn 10 behandelingen beproefd. Het overzicht in tabel 1 geeft de behandelingen schematisch weer.

Tabel 1. **Objecten en objectcodes voor prei onderzoek 2010.**

bemestingswijze	stikstof gift	Plantverbanden/ planten per ha / bedbreedte/ slangen per rij en Behandelingencode			
		75 * 8 cm	60 * 8 cm	50 * 8 cm	40 * 10 cm
		166600 planten per ha	208300 planten per ha	250000 planten per ha	250000 planten per ha
		1 fertigatieslang/rij	1 fertigatieslang per rij	1 fertigatieslang/2 rijen	1 fertigatieslang/2 rijen
gangbaar rijenbemesting	165 kg/ha	A			
gangbaar rijenbemesting	235 kg/ha	B	F	H	
Fertigatie	165 kg/ha	C			
Fertigatie	235 kg/ha	D	G	J	K
Geen bemesting	0	E			

Toelichting op objectkeuze:

T.o.v. 2009 zijn de objecten met grondbedekking weggelaten wegens de slechte resultaten in 2008 en 2009. Ook zijn weggelaten het object met de automatische waterbehoefte aansturing en de objecten met de hogere bemesting (300 kg/ha). Deze laatste vanuit het oogpunt dat een hogere gebruiksnorm vanuit de wetgeving niet verwacht kan worden en de opbrengstverschillen met de gift van 235 kg/ha klein waren.

Uitvoering bemesting Fertigatieproef:

Zoals afgesproken is er steeds bemest naar de **N-behoefte van het prei-gewas**. Bij de bemesting zijn daarvoor de volgende uitgangspunten en werkwijzen gehanteerd:

- Er is bemest aan de hand van N-mineraal-uitslagen, gemeten vóór de teelt en daarna elke 2 weken.
- Vervolgens is de NBS opnamecurve toegepast. (= verwachte opname in 8 weken + buffer – Nmin).
- Alle tussentijdse giften zijn gebaseerd op de uitslag van object D (*N-gift 235 kg/ha, fertigatie toediening en plantgetal 166.600 planten per ha*). Aanvankelijk was het de bedoeling de giften ook te baseren op de standaard object B (*N-gift 235 kg/ha, korrel toediening en plantgetal 166.600 st./ha*), maar die uitslagen waren onbetrouwbaar hoog vanwege slecht oplossen van de mestkorrels.

- De standaard bemesting is 235 kg/ha zijnde de stikstofnorm. In tegenstelling tot andere proefjaren is deze gift niet op deze 235 kg/ha afgetopt. Omdat de N-mineraalcijfers laag waren door de vele neerslag is naar behoefte meer gestrooid waarbij de 235 kg/ha norm te boven is gegaan.
- Bij de verlaagde giften bij objecten A en C (streefgift 165 kg/ha) is steeds 70% gegeven van de hoeveelheid van de standaardbemesting. Dat betekende in 2010 ook een overschrijding van de 165 kg/ha
- Bij de fertigatie objecten is er, als het nodig was, steeds *wekelijks* gefertigeerd.
- Vanwege het hoge N min gehalte is vooraf geen N-basisbemesting toegediend.
- Bij alle objecten is water gedruppeld (ook bij de standaard KAS-bemesting). De wijze en momenten van vochttoediening en de toegediende hoeveelheden water waren bij alle objecten gelijk. Alleen de wijze en momenten van toediening van de N-meststof verschilden.

De verdere teelt technische informatie is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. **Teelt technische informatie van prei-fertigatieproef Vredepeel 2010.**

Teelaspect	Fertigatieproef prei
Ras	Belton
Teeltwijze	Losse plant, vlakveldsteelt + ponsgatenmethode
Plantdatum	1 juli 2010
Veldjesgrootte	bruto 4 rijen op 75 cm= 3 m breed; 10 meter lang netto: 8 m lang
Oogstdatums:	6 dec. (3 herh.) en 8 dec (herh.4) 2010

B2.2. Resultaten

B2.2.1 Bemesting

Tabel 3 geeft een overzicht van werkelijke toegediende N-giften (kg/ha) per object.

De N-mineraal bij aanvang van de teelt (week 26) bedroeg 43 kg/ha in de laag 0-30 cm en 41 kg/ha in de laag 30-60 cm. Daarom is de basisgift bij planten niet gegeven. De bemesting tijdens de teelt is gegeven op basis van de gemiddelde N- behoefte van de objecten B en D. Alleen de giften van 17 en 31 augustus zijn alleen gebaseerd op object D omdat de rijenbemesting obj. B een hoge N-mineraalwaarde gaf waarschijnlijk vanwege mee bemonsterde niet opgeloste stikstofkorrels.

De N-mineraal gehalten tijdens de teelt in de laag 0-30 cm (die om de 2 weken bepaald zijn), waren door de vele regen vaak laag. Dit resulteerde in hogere werkelijk toegediende N-giften (kg/ha) dan de streef N-gift van 165 en 235 kg/ha. Bewust is bij het bereiken van de streefgift niet gestopt met N-toediening om aan de gewasbehoefte te voldoen en zo een volwaardige productie te verkrijgen.

Verder is opvallend dat bij dezelfde streefgift meer stikstof is gegeven bij het fertigatie object dan bij de toediening met rijenbemesting. De N-mineraalcijfers wezen een hoger behoefte uit bij de fertigatie objecten. Een verklaring daarvoor zou kunnen zijn dat de bij fertigatie in voedingsoplossing gegeven stikstof door de vele neerslag eerder uitspoelde dan de langzamer oplossende korrelmeststof.

Tabel 3. **Overzicht van werkelijke toegediende N-giften (kg/ha) per object, prei fertigatieproef, Vredepeel 2010.**

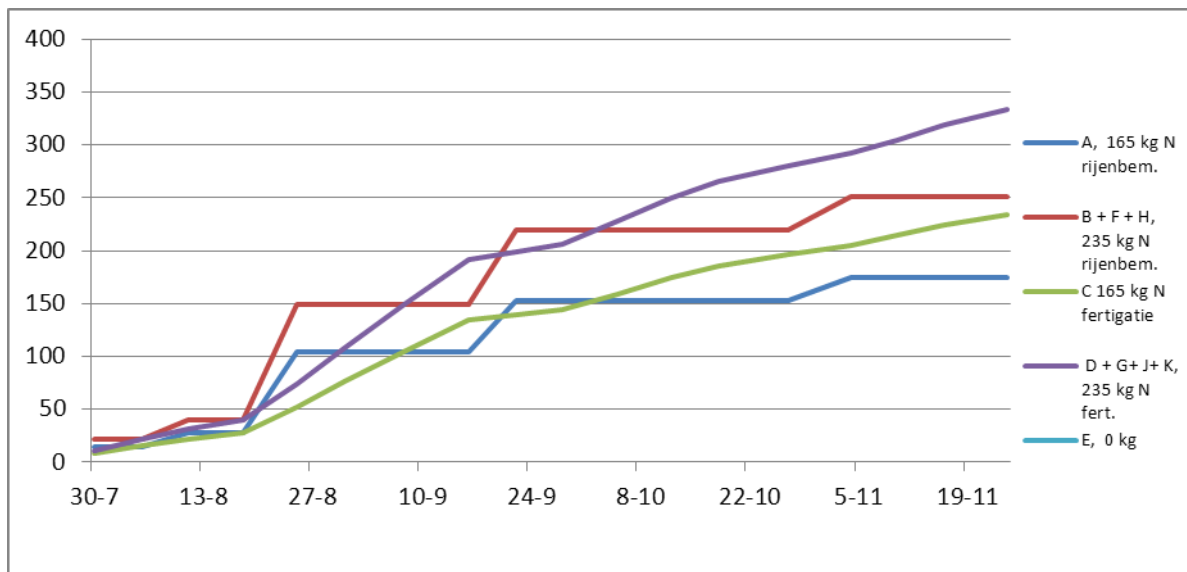
Objecten	Toedieningswijze	Streefaanbod (kg/ha)	Werkelijke toegediende N-gift (kg/ha)
A	rijenbemesting	165	175
B + F + H	rijenbemesting	235	251
C	fertigatie	165	234
D + G+ J+ K	fertigatie	235	334
E	geen bemesting	0	0

De daadwerkelijk toegediende giften per bemestingsdatum zijn vermeld in tabel 4.

Tabel 4. **Toegediende N-giften (kg/ha) per bemestingsdatum en per behandeling, fertigatieproef, Prei Vredepeel 2010.**

Object	Datum>	30-7	5-8	11-8	18-8	25-8	31-8	8-9	16-9	22-9	28-9	5-10	12-10	18-10	27-10	4-11	10-11	16-11	24-11	totaal
A 165 kg N rijenbemesting		15		13		76				49						22				175
B + F + H 235 kg N rijenbemest.		22		18		109				71						31				251
C 165 kg N fertigatie		8	8	6	6	24	24	29	29	5	5	15	15	11	11	9	9	10	10	234
D + G+ J+ K 235 kg N fertigatie		11	11	9	9	34	34	42	42	7	7	22	22	15	15	12	12	15	15	334
E 0 kg																				0

In grafiek 1 is het bemestingspatroon in beeld gebracht. Daar wordt weergegeven het opgetelde (cumulatieve) verloop van de N bemesting per week in de tijd.



Grafiek 1. **Cumulatief verloop van de N bemesting (kg/ha) per object en per toedieningsdatum.**

Zowel in de tabel als in de grafiek valt op de grotere N-behoefte van 20 augustus tot 24 september. Bij de rijenbemesting gaat dat sprongsgewijs en bij de fertigatie veel gelijkmatiger door de wekelijkse toediening. Het voordeel van een fertigatie systeem is dat het op maat aangepaste aanbod in de praktijk nauwkeurig en gemakkelijk uit te voeren is.



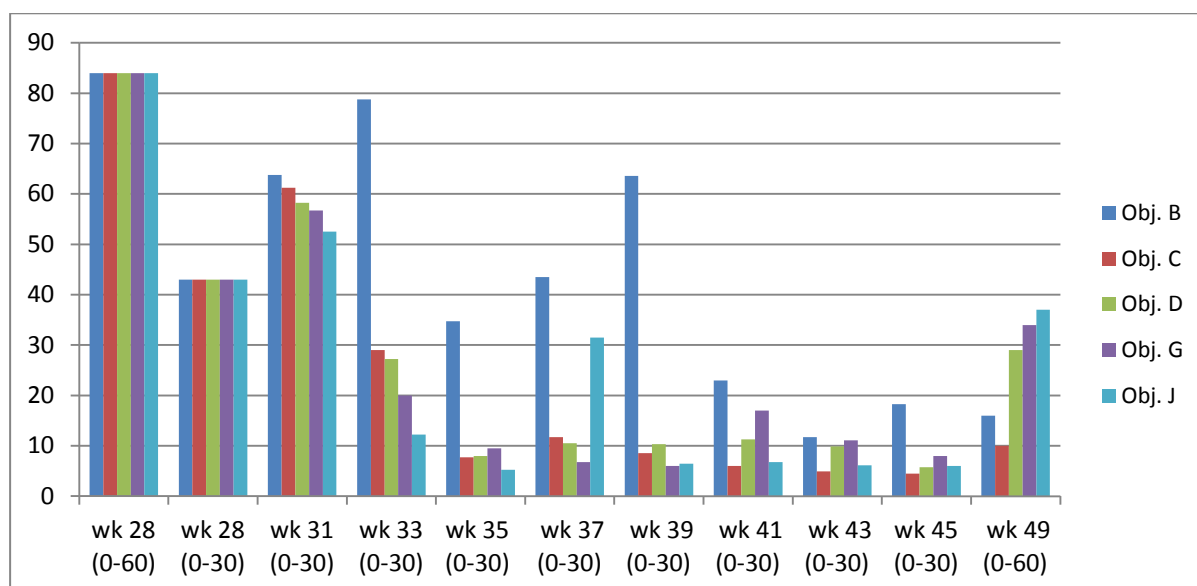
Afbeelding 1. **Overzicht van het preproefveld op de preidag 15 oktober 2010.**

B.2.2.2 N-min gehalten in de grond voor, tijdens en na de teelt

In tabel 5 en grafiek 2 zijn weergegeven het verloop van de N-mineraal tijdens de teelt en bij de oogst van 5 objecten.

Tabel 5. **N-mineraal gehalten van het perceel voor de teelt (wk 28), tijdens de teelt (wkn 31-45) en na oogst (wk 49) in genoemde lagen van 5 objecten, prei, fertigatieproef Vredepeel 2010.**

Obj	N-streefgift (kg/ha)	planten per ha (*1000)	Toedieningswijze	week 28		31	33	35	37	39	41	43	45	49
				0-60	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30
B	235	166	rijenbem.	84	43	64	79	35	44	64	23	12	18	16
C	165	166	fertigatie	84	43	61	29	8	12	9	6	5	5	10
D	235	166	fertigatie	84	43	58	27	8	11	10	11	10	6	29
G	235	208	fertigatie	84	43	57	20	10	7	6	17	11	8	34
J	235	250	fertigatie	84	43	53	12	5	32	6	7	6	6	37



Grafiek 2. **N-mineraal gehalten voor de teelt (wk 28), tijdens de teelt (wkn 31-45) en na oogst (wk 49) in genoemde lagen van 5 objecten, Prei, fertigatieproef Vredepeel 2010.**

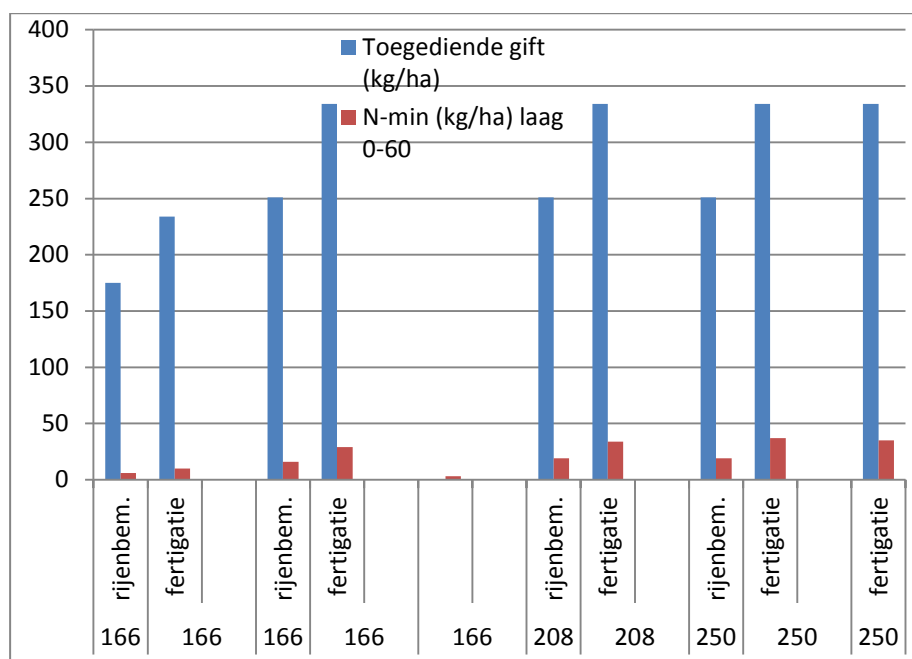
De N-mineraal vóór de teelt is hoog. De eerste weken na planten is daarom niet bemest. De standaard rijenkorrelbemesting (object B) blijft hoog tot week 39, deels omdat de korrels slecht oplossen en bij het steken mee bemonsterd werden. Na september daalden de N-mineraalcijfers van object B maar deze hoger dan bij de andere objecten. De andere gehalten daalden tijdens de teelt stelselmatig tot op of onder 20 kg/ha. Het laagst was bij deze objecten steeds object C (165 kg/ha fertigatie).

In tabel 6 en grafiek 3 zijn de N-mineraal gehalten in laag 0-60 cm weergegeven zoals die vastgesteld zijn in week 49 na de oogst.

Tabel 6. **N-mineraal hoeveelheden (kg/ha) in laag 0-60 na de oogst, week 49, Prei fertigatieproef Vredepeel.**

obj.	plantafstand = plantgetal (planten per ha)	toedieningswijze	streefgift	toegediende gift	N-min totaal	
			<i>bemesting</i> (kg/ha)	bemesting (kg/ha)	laag 0-60 (kg/ha)	Vershil*
A	75*8 cm = 166.000	rijenbemesting	165	175	6	a
C	75*8 cm = 166.000	fertigatie	165	234	10	a
B	75*8 cm = 166.000	rijenbemesting	235	251	16	ab
D	75*8 cm = 166.000	fertigatie	235	334	29	bc
E	75*8 cm = 166.000	-	0	0	3	a
F	60*8 cm = 208.000	rijenbemesting	235	251	19	abc
G	60*8 cm = 208.000	fertigatie	235	334	34	bc
H	50*8 cm = 250.000	rijenbemesting	235	251	19	abc
J	50*8 cm = 250.000	fertigatie	235	334	37	c
K	40*10 cm = 250.000	fertigatie	235	334	35	bc
Gemid.					21	

*verschil: waarden met gelijke letteraanduiding verschillen statistisch gezien niet betrouwbaar van elkaar.



Grafiek 3. **Toegediende gift in de teelt en N-mineraal na de oogst in de laag 0-60 cm per toedieningswijze en per plantgetal (*1000), Prei fertigatieproef, Vredepeel 2010.**

De volgende zaken vallen op voor de N-min 0-60 cm:

- De fertigatie objecten met streefwaarde 235 kg/ha, die naar behoefte met 334 kg/ha bemest zijn, laten binnen deze proef de hoogste N mineraal na de oogst na. Deze varieert van 29 tot 37 kg/ha, gemiddeld 34 kg/ha.
- De rijenbemesting objecten met streefwaarde 235 kg/ha en die naar behoefte met 251kg/ha bemest zijn, laten na oogst gemiddeld 18 kg/ha na.
- Kennelijk spoelde bij de fertigatie objecten de in water opgeloste stikstof *door de vele neerslag* eerder naar de ondergrond, waardoor de N-min in de laag 0-30 cm bij tussenbemostoneringen laag was. Op

deze lage waarden is bijbemest. Daardoor ontstonden hogere N- totaalgiften dan bij de rijenbemesting. Dit resulteerde ook in een hogere N-mineraalgehalten na de oogst. Het verschil bedroeg gemiddeld 16 kg/ha, terwijl ten opzichte van rijenbemesting ruim 80 kg/ha meer was toegediend.

- Bij de verlaagde giften (70% van de behoefte) is de N-mineraalcijfer na oogst beneden de 10 kg/ha
- Zoals verwacht geeft geen bemesting de laagste N mineraal na de oogst.

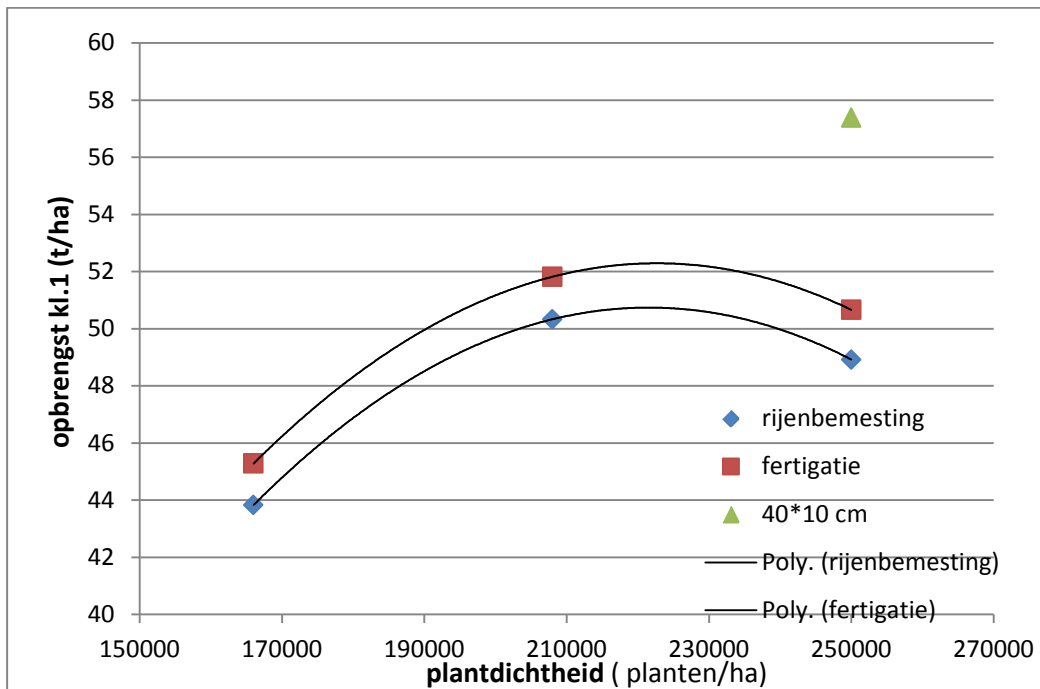
B2.2.3. Opbrengsten

De opbrengsten en sortering van de fertigatieproef/plantafstanden proef staan vermeld in tabel 7. In grafiek 4 zijn de netto opbrengsten in t/ha per object uitgezet tegen de plantgetallen. De dikte-sortering is in beeld gebracht in grafiek 5.

Tabel 7. **Opbrengst klasse I, sorteringspercentages en gewasbeoordeling per object eind oogst december 2010, Prei fertigatieproef Vredepeel.**

obj.	plantafstand = plantgetal/ha	Streef N-gift kg/ha	Toe- diening	N-gift kg/ha	Class 1 t/ha	klasse 1 %	rot %	percentages per sorteerklassen (cm)						kleur *	prei gew. (g)
								1-2	2-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4 en op		
A	75*8 cm = 166.000	165	rijenbem.	175	41,0	95	3	1	7	42	41	8	1	6,5	247
C	75*8 cm = 166.000	165	fertigatie	234	42,6	92	4	2	5	41	40	9	3	6,3	259
B	75*8 cm = 166.000	235	rijenbem.	251	43,8	89	5	1	7	38	40	13	1	7,0	270
D	75*8 cm = 166.000	235	fertigatie	334	45,3	90	4	1	3	26	48	22	0	6,8	276
E	75*8 cm = 166.000	geen	nvt	0	26,7	90	3	14	43	41	1	0	0	5,0	166
F	60*8 cm = 208.000	235	rijenbem.	251	50,3	91	4	2	7	36	39	14	2	6,3	255
G	60*8 cm = 208.000	235	fertigatie	334	51,8	89	5	3	6	27	47	16	1	6,8	257
H	50*8 cm = 250.000	235	rijenbem.	251	48,9	82	5	8	13	50	22	6	1	6,5	213
J	50*8 cm = 250.000	235	fertigatie	334	50,7	90	5	6	17	55	19	3	0	6,0	213
K	40*10 cm = 250.000	235	fertigatie	334	57,4	91	4	2	9	45	36	8	0	6,3	239
	gem.				45,8	89,8	4	4	12	40	33	10	1	6,3	239
	<i>Lsd**</i>				<i>4,9</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>6,6</i>	<i>13,4</i>	<i>12,3</i>	<i>8,6</i>	<i>2,1</i>	<i>0,7</i>	<i>22</i>

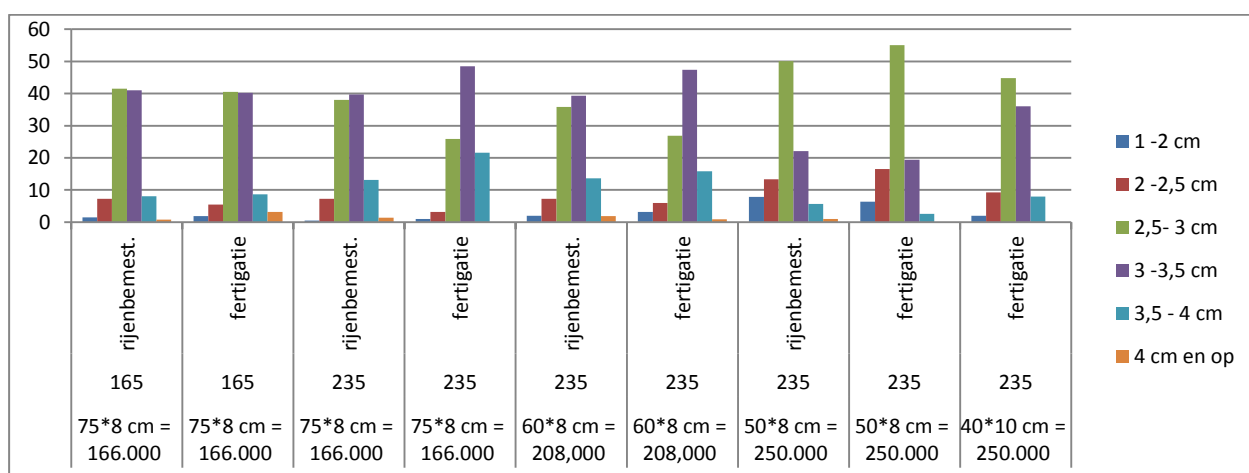
*een hoger cijfer geeft aan een groenere kleur. **Lsd= least significant difference = kleinste waarde waarbij de objecten onderling statistisch betrouwbaar verschillen in 95% van de gevallen.



Grafiek 4. **Netto opbrengsten (t/ha) van rijenbemesting en fertigatie bij streefgift 235 kg/ha, uitgezet tegen de plantgetallen, prei fertigatieproef Vredepeel 2010.**

De eind oogst van begin december 2010 geeft de volgende resultaten:

- fertigatie bij een streefbemesting van 235 kg/ha gaf meer productie dan rijtoediening bij die streefbemesting. Het verschil was bij de plantgetallen 1,5 – 1,8 t/ha.
- Bij 250.000 planten per ha met fertigatie gaf een plantverband in *meer* vierkants verband een hogere productie en een zwaardere prei. Bij een plantverband van 40 * 10 cm was de opbrengst 6,7 ton hoger en de prei 26 gram/ stuk zwaarder dan bij een plantverband van 50 * 8 cm.
- geen N-gift blijft fors achter met 26,7 ton/ha klasse I prei.
- een hoger plantgetal geeft een fijnere sortering bijvoorbeeld bij 250000 planten per ha loopt het percentage prei in de dikteklasse 2,5-3 cm op tot rond de 50% tegen 30-40% bij de andere plantgetallen. (zie grafiek 5)



Grafiek 5. Percentages diktesortering van de prei per object, Prei fertigatieproef Vredepeel.

B.2.2.4 Gewasgehalten en stikstof en fosfaatafvoer bij oogst

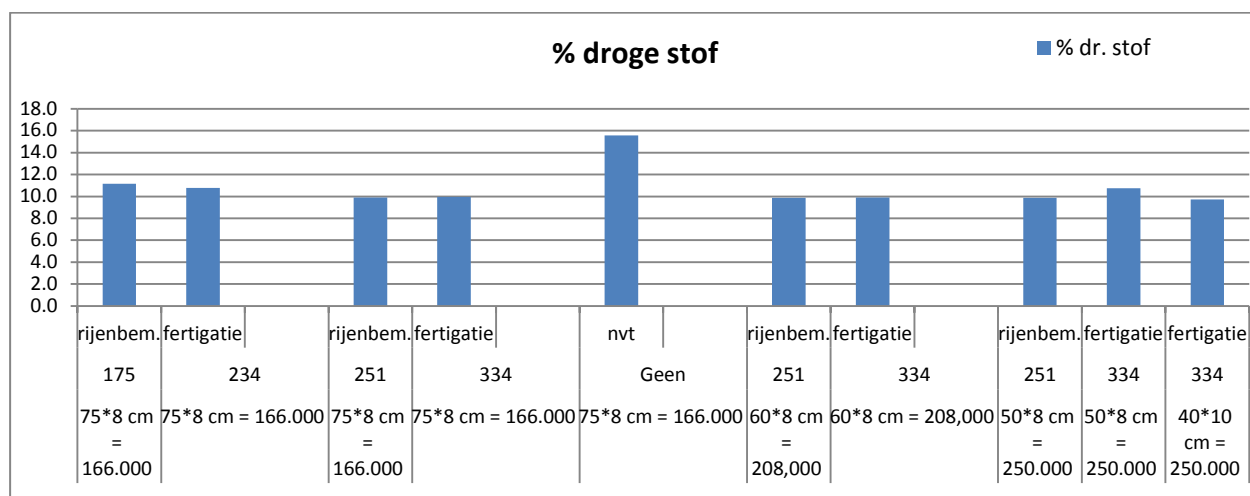
Na de oogst zijn per behandeling de droge stofgehalten vastgesteld door PPO en de gewasgehalten aan stikstof en fosfaat bepaald door Blgg. Daaruit is vervolgens de afvoer van beide mineralen berekend. Tabel 8 vermeldt de verzamelde gegevens.

Tabel 8. Gewasgehalten fosfaat en stikstof en fosfaat- en stikstofafvoer per behandeling; Prei fertigatieproef, Vredepeel 2010.

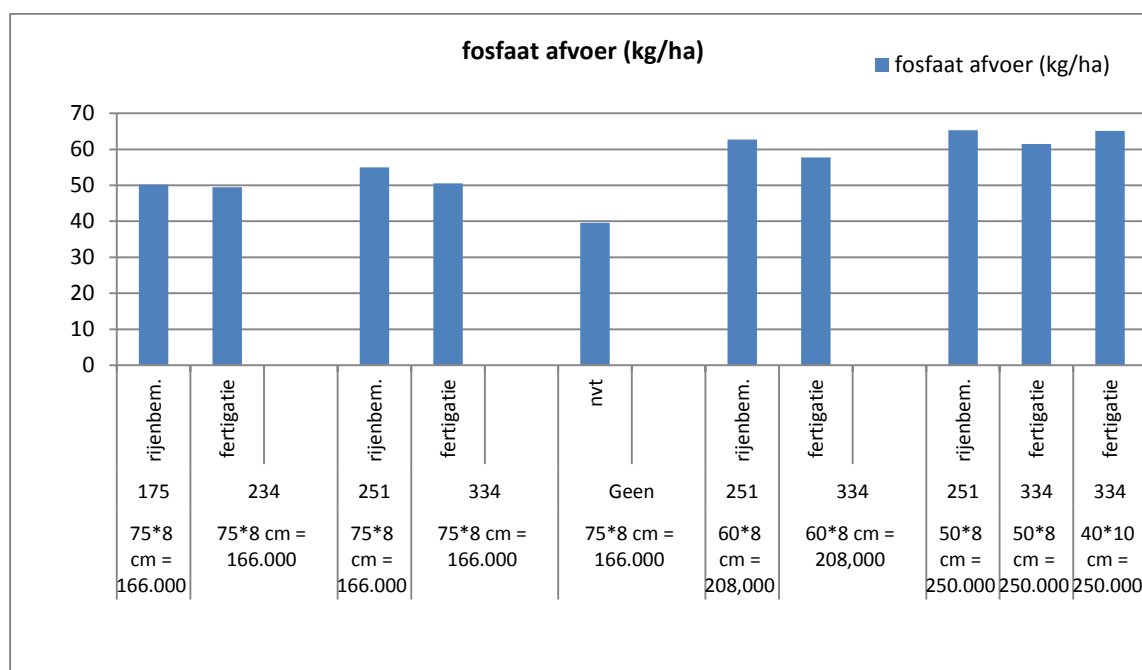
obj	Plantafstand =plantgetal/ha	Werkelijke N-gift (kg/ha)	Toediening	Dr.stof %	P ₂ O ₅ geh (g/kg ds)	N-geh (g/kg ds)	Bruto opbr. (t/ha)	Afvoer P ₂ O ₅ met gewas (kg/ha)	N- Afvoer met gewas (kg/ha)	N_min laag 0-60 cm (kg/ha)	N- efficiëntie
A	75*8 cm = 166.000	175	rijenbem.	11,2	7,0	22,6	67,5	50,1	162,0	6,3	0,93
C	75*8 cm = 166.000	234	fertigatie	10,8	6,9	23,9	69,0	49,5	170,6	9,5	0,73
B	75*8 cm = 166.000	251	rijenbem.	9,9	7,8	27,7	74,0	55,0	193,7	16,3	0,77
D	75*8 cm = 166.000	334	fertigatie	10,0	6,9	27,4	76,2	50,5	199,5	29,3	0,60
E	75*8 cm = 166.000	geen	nvt	15,6	5,7	10,6	45,8	39,6	73,7	3,0	-
F	60*8 cm = 208,000	251	rijenbem.	9,9	7,8	27,3	85,1	62,7	220,4	18,5	0,88
G	60*8 cm = 208,000	334	fertigatie	9,9	7,2	28,9	85,0	57,7	233,3	33,8	0,70
H	50*8 cm = 250.000	251	rijenbem.	9,9	7,6	27,4	91,3	65,3	235,3	19,0	0,94
J	50*8 cm = 250.000	334	fertigatie	10,7	6,9	22,4	87,2	61,5	199,9	36,8	0,60
K	40*10 cm = 250.000	334	fertigatie	9,7	7,3	25,1	96,0	65,2	225,2	34,8	0,67
	gem.			10,7	7,1	24,3	77,7	55,7	191,4	20,7	
	Lsd*			0,8	0,5	3,4	5,3	5,2	23,7	19,3	

*Lsd = least significant difference = kleinste waarde waarbij de objecten onderling statistisch betrouwbaar verschillen in 95% van de gevallen.

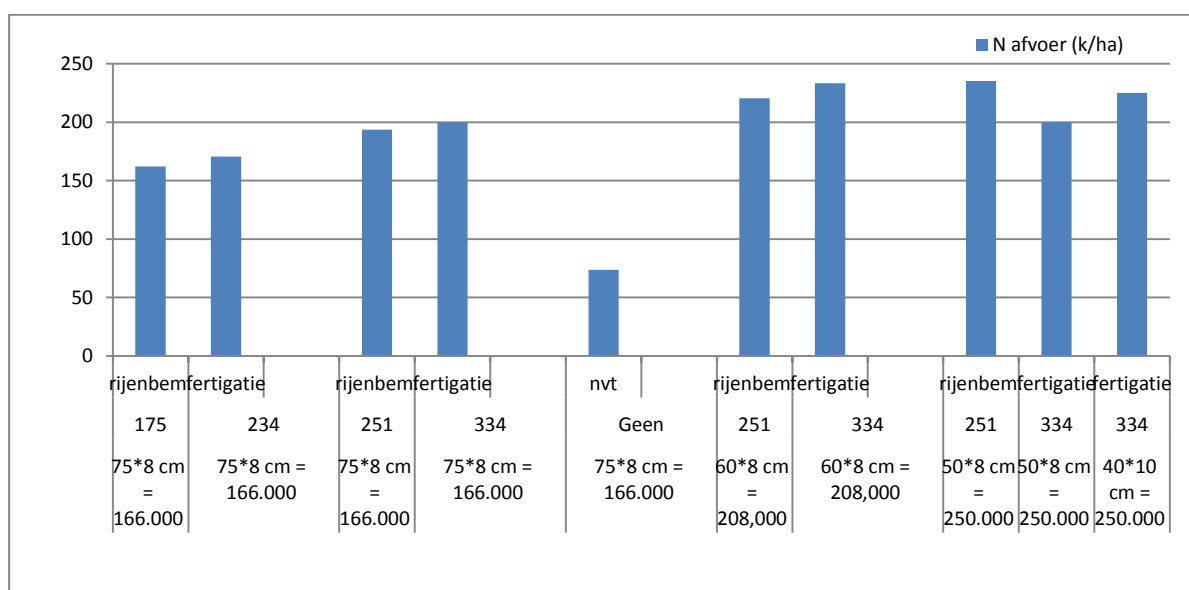
In de grafieken 6, 7 en 8 worden per behandeling het % droge stof en de fosfaat- en stikstofafvoer van de bruto opbrengst afzonderlijk in beeld gebracht.



Grafiek 6. Droge stof% van de bruto geogst product per behandeling, Prei fertigatieproef Vredepeel 2010.



Grafiek 7. Fosfaatafvoer van de bruto geogst product per behandeling, prei fertigatieproef Vredepeel 2010.



Grafiek 8. **Stikstofafvoer van het bruto geoogst product per behandeling, prei fertigatieproef, Vredepeel 2010.**

Korte conclusies Gewasgehalten fosfaat en stikstof en fosfaat- en stikstofafvoer

- Het droge stofgehalte is het hoogst bij geen N- bemesting en varieert bij de andere hogere stikstofgiften vrij weinig.
- Het fosfaatgehalte is het laagst bij geen stikstofbemesting.
- Het stikstofgehalte in het gewas is het laagst bij geen stikstofbemesting en neemt stelselmatig toe bij hogere N-bemesting. Object J is daarop een uitzondering.
- De fosfaatafvoer met het bruto product is het laagst bij geen stikstofbemesting en neemt toe bij de hogere plantgetallen. Per plantgetal is de fosfaatafvoer bij rijenbemesting hoger dan bij fertigatie
- De stikstofafvoer met het bruto product is het laagst bij geen stikstofbemesting en neemt toe bij de hogere plantgetallen en hogere stikstofgiften. Steeds is heeft de fertigatie de N-afvoer hoger dan de rijenbemesting. Alleen bij het hoogste plantgetal is het omgekeerd; daar is de N-afvoer bij fertigatie lager. De verschillen zijn niet betrouwbaar behalve bij het object geen N-bemesting

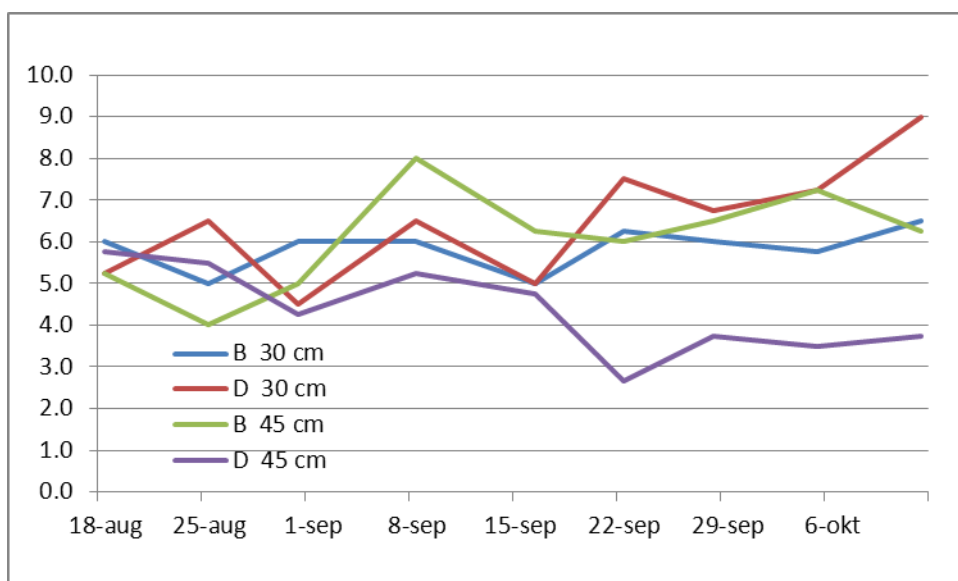
B.2.2.5 Neerslag, tensiometerwaarden en watergiften

De zomer en herfst van 2010 kenmerkten zich door veel neerslag. In totaal viel er in de teeltperiode juli-november 532 mm. Alleen begin juli tot en eind november waren relatief droog. De andere maanden waren erg nat met een uitschieter in de laatste decade van augustus, zoals te zien is in tabel 9.

Tabel 9. **Regenval (mm) tijdens de teeltperiode juli – november 2010; prei fertigatieproef 2010, Vredepeel vergeleken met meerjarig gemiddelden.**

	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV
DECADE I	5,5	26,1	22,8	18,2	61,9
DECADE II	38,8	30,2	33,7	32,9	77,5
DECADE III	29,2	103	28,4	18,6	5,7
TOTAAL	73,5	159,3	84,9	69,7	145,1
<i>Meerjarig gem.</i>	<i>64</i>	<i>56</i>	<i>68</i>	<i>67</i>	<i>72</i>

Het gevolg van de vele neerslag was een vochtige bouwvoor in de proef. In grafiek 9 komt dat tot uiting in de zeer lage tensiometerwaarden in de behandelingen B (rijenbemesting) en D (fertigatie) op de gemeten diepten 30 en 45 cm.



Grafiek 9. **Verloop van tensiometerwaarden (in cm vochtspanning) tijdens de teelt bij rijenbemesting (object B) en fertigatie (object D) op diepte 30 en 45 cm in de bouwvoor; prei 166.000 planten per ha; 235 kg N-streefgift: fertigatieproef 2010, Vredepeel.**

Het was de bedoeling bij rijenbemesting dezelfde hoeveelheid water te geven als dat er gedruppeld zou worden bij de fertigatie objecten. Daarvoor waren bij de rijenbemesting ook druppelslangen neergelegd. Vanwege de vochtige bouwvoor is bij veel neerslag het watergeven bij de rijenbemestingsobjecten gestopt. Dit had weinig effect op het verloop van de tensiometerwaarden in de grafiek. Wel verklaart dit het verschil in de watergiften in tussen de fertigatie en rijenbemestingsobjecten (zie tabel 10).

Tabel 10. **Watergiften per behandeling prei fertigatieproef 2010, Vredepeel.**

obj.	plantafstand = plantgetal/ha	N-Streef-gift	N- Toediening	Watergiften in liters/m ²
A	75*8 cm = 166.000	165	rijenbem.	31
C	75*8 cm = 166.000	165	fertigatie	103
B	75*8 cm = 166.000	235	rijenbem.	31
D	75*8 cm = 166.000	235	fertigatie	110
E	75*8 cm = 166.000	geen	nvt	31
F	60*8 cm = 208,000	235	rijenbem.	31
G	60*8 cm = 208,000	235	fertigatie	110
H	50*8 cm = 250.000	235	rijenbem.	31
J	50*8 cm = 250.000	235	fertigatie	110
K	40*10 cm = 250.000	235	fertigatie	110

B.2.3 Discussie en conclusies proefjaar 2010

In 2010 is een prei fertigatieproef aangelegd op de zandgrond van PPO Vredepeel met diverse combinaties van behandelingen. Vergeleken zijn:

- Bemestingssystemen: Fertigatie vergeleken met gangbare rijenbemesting bij 2 N-niveaus.
- Plantgetallen: op 3 niveaus (166000, 208300 en 250000 planten/ha), bij gangbare rijenbemesting en fertigatie en bij 2 N-giften.
- Bemestingshoeveelheden: 3 streefniveaus N-norm 235 kg/ha, 70% van de N-norm= 165 kg/ha en geen bemesting als vergelijker. Bij deze streefniveaus is de N-behoefte volgens NBS leidend geweest.
- Plantgetal 250.000 planten per ha bij 2 plantverbanden: 40 * 10 en 50 * 8 cm.

De bemestingen zijn uitgevoerd naar de gewasbehoefte via NBS prei aan de hand van tussentijdse N-mineraalmonsters. Er is geoogst begin december, waarbij de opbrengst en sortering bepaald zijn. Na oogst zijn ook bepaald N-mineraal en de gewasgehalten. Uit de gewasgehalten is de fosfaat- en stikstofafvoer berekend.

Uitgangssituatie: De N-mineraal vóór de teelt 43 kg/ha in de laag 0-30 cm en 84 kg/ha in de laag 0-60 cm. De eerste weken na planten is er daarom niet bemest.

Belangrijkste resultaten en conclusies 2010

Toedieningswijzen:

- Opbrengst: *fertigatie* gaf bij de plantgetallen 166.000 en 208.000 stuks/ha een niet significant hogere opbrengst tussen 0,4 en 1,8 t/ha vergeleken met *rijenbemesting*. Bij het plantgetal 250.000 stuks/ha was de opbrengst niet significant met 1,8 t/ha bij het vergelijkbare plantverband van 50 * 8 cm. Bij het meer vierkantsverband van 40 * 10 cm plantverband was 8.5 t/ha hoger. Deze effecten worden beïnvloed door verschil in werkelijk toegediende bemestingshoeveelheden tussen de toedieningswijzen.
- N-mineraal in de bodem na de oogst: Bij de *fertigatie* is de N-mineraal na de oogst hoger dan bij *rijenbemesting*, maar er is bij fertigatie ook meer stikstof bemest. Bij fertigatie is door de regen snellere uitspoeling geweest van de al opgeloste meststof. Dat uitte zich door lagere N-mineraal cijfers in de laag 0-30 tijdens de teelt (de reden waarom meer stikstof bemest is).

Stikstofniveaus:

- Sortering: de nulgift, geeft een significant fijnere preidiameter, bij het plantgetal van 166.000 stuks/ha. Bij de andere objecten is het niet de N-gift maar het plantgetal ,dat verschil in sortering veroorzaakt.
- N-mineraal in de bodem na de oogst: De bemesting met 334 kg/ha geeft de hoogste N-mineraal na de oogst, namelijk tussen de 29 en 33 kg/ha in de laag 0-60 cm. Dit is alleen significant hoger dan de N-mineraal van de 0 gift en van de lage giften van 175, 234 en 251 kg/ha bij 166.000 planten per ha.
- Lagere N-giften geven een duidelijk lagere N-mineraal na de oogst zoals de vergelijkbare objecten A en D en C en D laten zien
- Mineralenafvoer met gewas: De stikstofafvoer met het bruto product is het laagst bij geen stikstofbemesting en neemt toe bij de hogere plantgetallen en hogere stikstofgiften.
- De fosfaatafvoer met het bruto product is het laagst bij geen stikstofbemesting en neemt toe bij de hogere plantgetallen. Per plantgetal is de fosfaatafvoer bij rijenbemesting hoger dan bij fertigatie

Plantgetallen

- Opbrengst: de 2 hogere plantgetallen gaven bij de eind oogst een fors hogere opbrengst. Het verschil vergeleken met 166.600 planten is ruim 5 t/ha. De rijenbemesting met 250.000 planten per ha is daarop een uitzondering. Deze blijft achter op hetzelfde niveau van ca. 40 t/ha.
- Daarentegen was er een positief effect van een ander plantverband bij 250.000 planten per ha. Bij een plantverband van 40 * 10 cm was de opbrengst 7, 5 ton hoger en de prei een 30 gram/ stuk zwaarder dan bij een plantverband van 50 * 8 cm.
- Een hoger plantgetal geeft een fijnere sortering. Bijvoorbeeld bij 250000 planten per ha loopt het percentage prei in de dikteklasse 2.5-3 cm op tot rond de 50% tegen 30-40% bij de andere

plantgetallen

- Mineralenafvoer met gewas: de stikstofafvoer en fosfaatafvoer vanuit het bruto product nemen betrouwbaar toe bij de hogere plantgetallen van 208.000 en 250.000 stuks per ha. Het object fertigatie bij 250.000 planten per ha wijkt daarvan af.
- Er was geen duidelijk effect van plantgetallen op de N-mineraal na de oogst.

Literatuur

De Haan, J.J. en C. van Wijk. 2007. Teelt uit de grond; verkenning van de mogelijkheden voor het telen van vollegrondsgroenten uit de grond. PPO nr. 369, november 2007.

KWIN, 2009. Kwantitatieve informatie akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad, 280 pp.

Wijk, Kees van & Janjo de Haan 2009. Prei Teeltsystemen Onderzoek 2008. Verslag van alle activiteiten rond teeltinnovatie prei. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving Wageningen UR. Lelystad, 49 p.

Wijk, Kees van, Janjo de Haan, Jos Wilms, 2010, Fertigatie en plantdichtheden in prei. Verslag onderzoek 2009 . Praktijkonderzoek Plant & Omgeving Wageningen UR. Lelystad. 29 p.

