

Stikstofbemesting in prei na 15 september

W.C.A. van Geel, P.H.M. Dekker en J.A.M. Wilms

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd, 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:



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Projectnummer: 3250032500

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

1	INLEIDING	7
2	OPZET EN UITVOERING	9
3	RESULTATEN	11
3.1	Weersverloop, Nmin-voorraad en bijbemesting	11
3.2	Gewasstand, opbrengst en kwaliteit	12
3.3	Stikstofopname en –overschot.....	13
4	DISCUSSIE	17
5	CONCLUSIES	19

Samenvatting

In het Besluit Gebruik Meststoffen is voor de teelt van vollegrondsgroenten, hyacinten en fruit een uitzondering opgenomen van het verbod op het toedienen van kunstmeststikstof in de periode van 16 september tot en met 31 januari. Deze uitzondering staat ter discussie vanwege de noodzaak om de nitraatuitspoeling te beperken.

De preteelt in Nederland vindt grotendeels in de herfst en winter plaats. Geadviseerd wordt de stikstofgift te delen, waarbij ook na 15 september nog wordt bijbemest. Voor een goede opbrengst en kwaliteit is een goede stikstofvoorziening tot het einde van het groeiseizoen van belang. Prei groeit in de herfst nog volop en neemt ook in deze periode nog stikstof op. Naar schatting wordt jaarlijks op 2.000 ha prei een bijbemesting gegeven tussen 16 september en 31 januari.

Er zijn voor prei twee stikstofbijmestingsystemen (NBS) beschikbaar waarmee de stikstofgift beter kan worden afgestemd op de actuele groeiomstandigheden, waardoor het stikstofoverschot c.q. -verlies kan worden geminimaliseerd. Een verbod op stikstofbijbemesting in prei na 15 september verhindert de toepassing van deze bijmestingsystemen en noodzaakt telers ertoe alle stikstof vóór 15 september te geven. Dit zal naar verwachting leiden tot hogere N-giften (om risico af te dekken) en mogelijk meer stikstofverlies.

Op verzoek van het Ministerie van LNV is in het seizoen 2007/2008 veldonderzoek uitgevoerd om beter te kunnen onderbouwen of het al dan niet gewenst is om na 15 september, indien nodig, te kunnen bijbemesten in prei en wat hiervan het effect is op het stikstofverlies. Daartoe is op twee locaties in het zuidoostelijk zandgebied (Vredepeel en Mariahoop) een proef aangelegd in een preiteelt die begin juli 2007 werd geplant en in maart 2008 werd geoogst (vroeg winterprei).

In de proef werden verschillende N-bemestingsregimes vergeleken in de periode september t/m december. Op beide locaties zijn twee vaste N-trappen aangelegd (60 en 120 kg N/ha), waarbij de gehele gift net vóór 15 september is toegediend of na 15 september. Het moment van toediening na 15 september is afhankelijk gesteld van het verloop van de bodemvoorraad minerale stikstof (N_{min}). Te Vredepeel is op 4 oktober bijbemest en te Mariahoop op 16 oktober. Daarnaast zijn op beide locaties twee objecten opgenomen waarbij de N-gift is gedeeld en zowel het tijdstip als de hoogte van de bijmestgiften zijn afgestemd op de N_{min}-voorraad in de bodem. Bij één van die twee objecten is in december nog een keer bijbemest na hevige regenval. Tot slot is een object opgenomen waarbij in de periode september t/m december niet is bijbemest (controleobject).

Uit de proeven bleek dat na een lange, natte periode de N_{min}-voorraad in de bodem tot een laag niveau daalde, waarna bijbemesten noodzakelijk was. In het algemeen is de kans hierop het grootst in de herfst. Echter, in 2007 deed die situatie zich juist voor in de zomer en moest in augustus al fors worden bijbemest. De noodzaak voor bijbemesting in de herfst kwam niet tot uiting in de proeven ten opzichte van bijbemesting net vóór 15 september, wellicht omdat tussen 15 september en 1 december geen periode met forse hoeveelheid neerslag voorkwam. Bovendien trad te Mariahoop een hoge stikstofmineralisatie op in de bodem. De gehele bijbemesting na 1 september bleek te Mariahoop overbodig te zijn geweest: het leidde niet tot een hogere opbrengst en/of een betere kwaliteit, maar wel tot meer N-verlies. Te Vredepeel was een beperkte bijmestgift (30 à 60 kg N/ha) voldoende voor de opbrengst en kwaliteit. Een hogere gift leidde tot meer N-verlies.

De schijnbare stikstofbenutting (ANR) van de bijbemestingen na augustus was te Vredepeel laag (39%) en te Mariahoop zeer laag (8%). Te Vredepeel was dat mogelijk het gevolg van een matige gewasgroei en opbrengst, veroorzaakt door andere groeifactoren dan stikstof (ziekte). Te Mariahoop was het een gevolg van de hoge stikstofvoorraad c.q. -mineralisatie in de bodem. Onder andere groeiomstandigheden zal ook een andere ANR worden gevonden.

Niettemin bleek uit de proeven dat toediening van de stikstof na 15 september tot een minstens even goede N-opname leidde als toediening vóór 15 september en niet tot een hoger N-overschot of meer N-verlies.

Het N-verlies werd niet beïnvloed door het tijdstip van de N-gift, maar enkel door de hoogte van de totale N-gift. Een lagere totale N-gift leidde tot minder N-verlies. Om het N-verlies te beperken is het zaak om zo zuinig mogelijk te bemesten c.q. om stikstofvraag en -aanbod zo goed mogelijk te synchroniseren, bijvoorbeeld door toepassing van een stikstofbijmeststelsel (NBS).

De resultaten van de proeven bevestigden dat men door bijsturing via een stikstofbijmeststelsel (NBS) beter kan inspelen op de actuele groeiomstandigheden en het gewas zolang als mogelijk is, kan laten profiteren van de beschikbare stikstof in de bodem. Het NBS-bodem adviseerde terecht na augustus geen bijbemesting voor Mariahoop en een bijmestgift van 27-54 kg N/ha (afhankelijk van de bewortelingsdiepte) eind september voor Vredepeel. Dat leidde tot een verlaging van het stikstofoverschot en stikstofverlies ten opzichte van een hogere, eenmalige N-gift vlak vóór 15 september.

Een verbod op stikstofbemesting in prei na 15 september lijkt op basis van deze proeven niet zinvol. Het maakt het gebruik van een NBS in de herfst onmogelijk en zal naar verwachting niet leiden tot het beoogde effect van minder stikstofverlies, maar het vergroot eerder de kans op meer stikstofverlies door toediening van hogere N-giften vóór 15 september om risico af te dekken.

Stikstofdeling in combinatie met NBS biedt de mogelijkheid om de N-bijmesting zo goed mogelijk af te stemmen op de gewasbehoefte en de groeiomstandigheden, een te hoge N-gift te voorkomen en daardoor het N-overschot en N-verlies te minimaliseren. Echter, bij toepassing van een NBS is het wel noodzakelijk om te kunnen bijbemesten na 15 september als dat nodig is (als de N_{min}-voorraad in de bodem is gedaald en er niet meer genoeg aanwezig is om te voorzien in de gewasbehoefte). Dat kan de teler controleren aan de hand van N_{min}-metingen in de bodem.

Tot slot moet worden opgemerkt dat aan eenjarig onderzoek nog geen harde conclusies mogen worden verbonden. Daarvoor moet het onderzoek meerdere jaren worden herhaald. Dat is op dit moment niet voorzien.

1 Inleiding

In het Besluit Gebruik Meststoffen is voor de teelt van vollegrondsgroenten, hyacinten en fruit een uitzondering opgenomen van het verbod op het toedienen van kunstmeststikstof in de winterperiode. De winterperiode geldt van 16 september tot en met 31 januari. Deze uitzondering staat ter discussie vanwege de noodzaak om de nitraatuitspoeling te beperken. De landbouwkundige effecten (productie, kwaliteit geogst product, ziektedruk, benodigde arbeid voor schoning, primeurteelt etc.) moeten worden afgewogen tegen de milieukundige gevolgen van het al dan niet handhaven van deze uitzondering. In 2006 hebben PPO en Alterra op verzoek van LNV een bureaustudie uitgevoerd waarin voor de relevante vollegrondsgroente-, fruit- en akkerbouwteelten de landbouwkundige en milieukundige gevolgen van bemesting met kunstmeststikstof in de winterperiode op een rij zijn gezet (Dekker, 2006). In dat rapport zijn ook de beschikbare resultaten van Nederlands onderzoek in prei op een rij gezet.

De preiteelt vindt plaats op zandgrond. Er worden meerdere teeltperioden onderscheiden:

- zomerteelt: planttijd vanaf eind maart tot half mei en oogst vanaf half juni tot in september,
- vroege herfstteelt: planttijd vanaf eind mei tot half juni en oogst in september – oktober,
- vroege winterteelt: planttijd eerste helft juli en oogst in januari – maart,
- late winterteelt: planttijd vanaf half juli tot begin augustus en oogst in april - mei.

De late herfstteelt en vroege winterteelt beslaan het grootste deel van het preiareaal. In deze teelten en in de late winterteelt is bijbemesting in de herfst (na 15 september) gebruikelijk. Ook in de vroege herfstteelt kan prei die in oktober wordt geogst, na 15 september nog worden bijbemest. In de zomerteelt is bijbemesting met stikstof na 15 september niet aan de orde. In totaal vindt jaarlijks op ongeveer 2.000 ha prei een bijbemesting in de periode 16 september t/m 31 januari plaats.

Voor een goede opbrengst en kwaliteit is het belangrijk dat het gewas tot aan de oogst aan de groei blijft. Daarbij is een goede N-voorziening tot het einde van het groeiseizoen van belang. Prei groeit in de herfst nog volop. Uit stikstofbemestingsonderzoek in een late herfstteelt op zandgrond in 2002 en 2003 bleek dat het gewas tussen half september en de oogst gemiddeld vier ton droge stof per ha produceerde en 85 kg N/ha opnam bij een optimale N-bemesting tijdens de teelt.

De beschikbare Nederlandse onderzoeksresultaten geven een belangrijke aanwijzing over het belang van bijbemesting na 15 september, maar geen wetenschappelijk bewijs, omdat de proeven niet voor dit doel waren opgezet. Er waren geen objecten opgenomen waarin alle stikstof vóór 15 september werd gegeven.

De landelijke stikstofbemestingsrichtlijn voor prei beveelt deling van de stikstofgift aan om uitspoelingsverlies te verminderen (Van Dijk & Van Geel, 2008): een basisbemesting bij het uitplanten en twee à drie bijbemestingen. Verder zijn voor prei twee stikstofbijmestsystemen (NBS) beschikbaar, waarbij meerdere keren tijdens het groeiseizoen wordt bijbemest op basis van de Nmin-voorraad in de bodem (NBS-bodem) of aan de hand van de stikstofstatus van het gewas (CropScan-methode). Bij beide systemen wordt in de herfst (na 15 september) gemeten en bijbemest.

Door toepassing van een NBS kan de teler beter inspelen op de actuele groeiomstandigheden, met name mineralisatie en uitspoelingsverlies en steeds bijbemesten naar behoefte. Dat verkleint de kans op over- of onderdosering van de stikstofbemesting. Overdosering van stikstof is de belangrijkste oorzaak van stikstofuitspoeling in de preiteelt. Een goede synchronisatie van vraag en aanbod tijdens de teelt, door toepassing van een NBS, is de beste manier om stikstofverlies te minimaliseren (Van Geel & Meurs, 2004).

Bij een verbod op stikstofbemesting in prei na 15 september zijn de telers genoodzaakt alle stikstof vóór 15 september te geven. Dit verhoogt het risico op stikstofuitspoeling, omdat die N-voorraad (deels) kan uitspoelen voordat ze wordt opgenomen. Vanwege het uitspoelingsrisico zullen telers er ook toe neigen om extra stikstof te geven als garantie dat er in de herfst voldoende stikstof beschikbaar blijft voor het gewas. Weliswaar kan de teler minder-uitspoelingsgevoelige meststoffen of –methoden inzetten (o.a. Entec, de Cultan-methode), maar dat voorkomt niet dat de nitraatstikstof die al in de bodem aanwezig is, ook dan kan uitspoelen. Een veilige optie is om bij de meststofgift van half september de nitraatvoorraad in de bodem buiten beschouwing te laten.

Als telers de mogelijkheid hebben om na 15 september bij te kunnen sturen met stikstof, is er geen noodzaak om extra veel stikstof te geven, waardoor het N-overschot lager zal zijn en er minder stikstof verloren gaat. Als er half september nog een ruime hoeveelheid nitraatstikstof in de bodem aanwezig is, is bijbemesten op dat moment nog niet nodig en kan men de prei zolang mogelijk hierop laten groeien. Er wordt pas bijbemest als het nodig is: als de N-voorraad is opgenomen of voortijdig is uitgespoeld. In veldtoetsen in praktijk werd met NBS 45-145 kg N/ha minder toegediend dan bij de Cultan-methode, die geen rekening hield met de beschikbare bodemstikstof (Van Geel, 2003; Van Geel & Meurs, 2005; Meurs & Booij, 2002, Meurs & Booij, 2003).

Het uitstellen van de bijbemesting en het gewas zo lang mogelijk laten profiteren van de beschikbare stikstof in de bodem, is echter alleen verantwoord als de teler de mogelijkheid heeft om in de herfst bij te sturen. Heeft hij die mogelijkheid niet, dan kan hij het risico van stikstofgebrek alleen afdekken door vóór 15 september ruim te bemesten. Een verbod op bijbemesting na 15 september in prei zal naar verwachting een averechts effect hebben: het zal leiden tot een hogere N-gift, daardoor tot een hoger N-overschot en een verhoogd risico op meer uitspoelingsverlies.

Op verzoek van het Ministerie van LNV is in 2007/2008 veldonderzoek uitgevoerd om beter te kunnen onderbouwen of het al dan niet gewenst is om na 15 september, indien nodig, te kunnen bijbemesten in prei. Doel van het onderzoek was:

- nagaan in hoeverre prei die in de periode november – maart wordt geoogst na 15 september nog behoefte heeft aan stikstof;
- of daarbij bijbemesting na half september leidt tot een lagere stikstofinput en minder stikstofverlies ten opzichte van een eenmalige gift vóór 15 september.

De opzet en uitvoering van het onderzoek is beschreven in hoofdstuk 2 van dit rapport, de resultaten in hoofdstuk 3 en de bediscussie ervan in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 zijn de belangrijkste conclusies van dit eenjarig onderzoek verwoord.

Tot slot dank aan G.L. Velthof van Alterra, die een bijdrage heeft geleverd aan het rapport door het concept te voorzien van kritisch commentaar.

2 Opzet en uitvoering

In 2007/2008 is op twee locaties een volledig gewarde blokkenproef in vier herhalingen aangelegd in een vroege winterteelt prei met verschillende N-bemestingsregimes in de periode september t/m december. Het betrof proefboerderij Vredepeel (Noord-Limburg) en een praktijkperceel te Mariahoop (Midden-Limburg). Op beide locaties zijn twee vaste N-trappen aangelegd waarbij de gehele gift net vóór 15 september is toegediend of na 15 september. Het moment van toediening na 15 september is afhankelijk gesteld van het verloop van de bodemvoorraad minerale stikstof (N_{min}), ofwel pas bijbemesten als het nodig is. Om geen verstrengeling te krijgen tussen tijdstip en hoogte van de N-gift is ervoor gekozen de hoogte van de N-giften vóór en na 15 september gelijk te houden.

Bij toepassing van het NBS-bodem wordt de hoogte van de N-gift afgestemd op de gemeten N_{min}-voorraad. Daarom zijn ook twee objecten opgenomen waarbij de N-gift is gedeeld en zowel het tijdstip als de hoogte van de bijmestgiften zijn afgestemd op de N_{min}-voorraad in de bodem. Tot slot is een object opgenomen waarbij in de periode september t/m december niet is bijbemest (controleobject).

De momenten en hoogte van de N-giften die bij opvolging van de voornoemde proefopzet werden gegeven in de periode september t/m december, zijn weergegeven in de tabellen 1 en 2. In paragraaf 3.1. wordt nader hierop ingegaan. Bij alle objecten zijn de bijbemestingen uitgevoerd met kalkammonsalpeter (KAS), toegediend met een rijenstrooier. Voorafgaand aan de teelt was dierlijke mest toegediend, zoals in praktijk gebruikelijk is.

Tot september is bij alle objecten de bijbemesting met stikstof gelijk gehouden. De bemestingen voor 1 september en de overige teeltgegevens zijn weergegeven in tabel 3. Tijdens de teelt is regelmatig de N_{min}-voorraad gemeten en is de gewasstand beoordeeld.

Alle objecten zijn op hetzelfde moment geoogst. Na oogst is de prei gespoeld, geschoond en gesorteerd naar dikte en kwaliteit volgens veilingvoorschrift. Uit alle veldjes zijn submonsters van 10 planten genomen voor bepaling van het drogestofgehalte en het N-gehalte. Het laatste is bepaald door Blgg te Oosterbeek. Vervolgens zijn de drogestofopbrengst berekend, de N-opname door het gewas en het N-overschot (N-gift minus N-afvoer). Verder is de schijnbare stikstofbenutting (apparent nitrogen recovery) berekend van de totale N-bijmestgift na 1 september: N-opname bemest object minus N-opname onbemest object (A) na 1 september gedeeld door de N-gift. Na de oogst is ook de hoeveelheid N_{min} in de laag 0-60 cm gemeten. De resultaten zijn statistisch geanalyseerd met behulp van het softwarepakket Genstat. Daarbij is een variantie-analyse uitgevoerd en een tweezijdige t-toets.

Tabel 1. **Objecten N-bijbemesting na augustus te Vredepeel**

Object	Tijdstip en deling van de N-gift	Stikstofgift na 1 september (kg N/ha)			
		13 sep	4 okt	13 dec	totaal
A	geen bijbemesting	-	-	-	0
B	eenmalig vóór 15/9	60	-	-	60
C	eenmalig na 15/9	-	60	-	60
D	eenmalig na 15/9	-	30	-	30
E	eenmalig vóór 15/9	120	-	-	120
F	eenmalig na 15/9	-	120	-	120
G	deling na 15/9	-	60	30	90

Tabel 2. **Objecten N-bijbemesting na augustus te Mariahoop**

Object	Tijdstip en deling van de N-gift	Stikstofgift na 1 september (kg N/ha)			
		13 sep	19 okt	13 dec	totaal
A	geen bijbemesting	-	-	-	0
B	eenmalig vóór 15/9	60	-	-	60
C	eenmalig na 15/9	-	60	-	60
D	eenmalig na 15/9	-	30	-	30
E	eenmalig vóór 15/9	120	-	-	120
F	eenmalig na 15/9	-	120	-	120
G	deling na 15/9	-	30	30	60

Tabel 3. **Bemesting voor 1 september en overige teeltgegevens**

	Vredepeel	Mariahoop
Grondsoort	zand	zand
Voorvrucht 2006	triticale + bladrammenas	grasland ²
Basisbemesting	50 m ³ /ha runderdrijfmest op 24 april: 219 kg N-totaal, 85 kg P ₂ O ₅ en 350 kg K ₂ O per ha	28,2 m ³ /ha varkensdrijfmest op 25 mei: 190 kg N-totaal en 117 kg P ₂ O ₅ per ha (kaliegehalte van de mest was niet bekend)
Planttijdstip	4 juli 2007	4 juli 2007
Ras	Kenton	Kenton
Plantverband	75 cm x 9 cm	60 cm x 10 cm
Bijbemesting hele proefveld	104 kg N/ha op 14 augustus	86 kg N/ha op 14 augustus
Berekening	geen	geen
Gewasbescherming	volgens praktijk	volgens praktijk
Oogst	17 maart 2008	11 maart 2008
Veldjesgrootte ¹	bruto 5 x 3 m ² netto 3,5 x 1,5 m ²	bruto 10 x 3 m ² netto 6,5 x 1,8 m ²

¹ De proef te Vredepeel was aanvankelijk aangelegd met bruto veldjes van 10 x 3 m². In een deel van het proefveld trad in de zomer echter vrij sterke aantasting op van de bacterieziekte *Pseudomonas* (voordat de verschillende N-bemestingsobjecten waren aangelegd). De proef is daarna opnieuw uitgezet op een deel van het proefveld waar *Pseudomonas* weinig schade had gegeven. Dit had tot gevolg dat de veldjes de helft korter werden.

² Het perceel te Mariahoop bleek gescheurd grasland te zijn. Door een communicatiestoornis kwam dit pas na afloop van de proef aan het licht. Als dit vooraf bekend was geweest, was de proef niet op dit perceel aangelegd. Op gescheurd grasland treedt een sterke stikstofmineralisatie op. Niettemin hadden de resultaten van de proef toch waarde en zijn ze in dit verslag opgenomen.

3 Resultaten

3.1 Weersverloop, Nmin-voorraad en bijbemesting

Juli 2007 was relatief koel. 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. Januari en februari 2008 waren zacht en maart had een normale temperatuur.

Juli 2007 en het eerste deel van augustus waren zeer nat. In deze periode is zeer waarschijnlijk stikstof verloren gegaan door uitspoeling. Daarna was het tot december niet bijzonder nat. Er viel in die periode wat minder neerslag dan normaal. Het eerste deel van december was erg nat, maar daarna viel er in december weinig regen. In de periode januari-februari 2008 viel een min of meer normale hoeveelheid neerslag en in maart viel meer dan normaal. De neerslaghoeveelheden tijdens het groeiseizoen van de prei zijn weergegeven in bijlage 1.

In de 1^e helft van augustus was de bodemvoorraad Nmin in de laag 0-30 cm op beide locaties tot een laag niveau gedaald (zie tabel 4) en is vervolgens op het hele proefveld aangevuld tot 120 kg N/ha.

Op 5 september werden hoge Nmin-voorraden gevonden in de bodem. Bijbemesten was voor een goede gewasgroei op dat moment niet nodig en er is toen voor gekozen om de bijmestgift uit te stellen, uitgezonderd bij de objecten B en E (bemesting vóór 15 september). Bij deze objecten is respectievelijk 60 en 120 kg N/ha toegediend (tabel 1 en 2). Daarbij is rekening gehouden met het risico dat van de beschikbare Nmin een klein respectievelijk groot deel zou kunnen uitspoelen.

Op 25 september was de Nmin-voorraad bij de nog niet-bijbemeste objecten weliswaar gedaald, maar te Mariahoop nog steeds hoog. Opmerkelijk is dat te Mariahoop de Nmin-voorraad daalde in de laag 30-60 cm en constant bleef in de laag 0-30 cm, terwijl het op Vredepeel net andersom was. Dit zou een gevolg kunnen zijn van het gescheurde grasland te Mariahoop: een hoge stikstofmineralisatie in de laag 0-30 cm. Volgens het NBS-bodem was te Vredepeel tot aan het einde van de teelt een N-gift nodig van 27 kg N/ha, uitgaande van een bewortelingsdiepte van prei te Vredepeel van ca. 45 cm (zie bijlage 2). Indien zou worden uitgegaan van 30 cm, was een gift van 54 kg N/ha nodig. Bij object D werd 30 kg N/ha toegediend en bij object G 60 kg N/ha (zie tabel 1). Bij de objecten C en F is de voorziene, vaste N-gift gestrooid (respectievelijk 60 en 120 kg N/ha). Voor de proef te Mariahoop werd vanwege de hoge Nmin-voorraad besloten de bijbemesting nog uit te stellen tot de volgende Nmin-meting.

Op 16 oktober was de Nmin in de laag 0-30 cm van de nog niet-bijbemeste objecten te Mariahoop sterk gedaald. Besloten werd om de vaste bijmestgiften van 60 en 120 kg N/ha te strooien (objecten C en F). Volgens het NBS-bodem was tot aan het einde van de teelt geen aanvullende N-gift nodig. Echter, omdat hierin al werd voorzien bij object A (het nulobject), is bij de objecten D en G toch een kleine gift à 30 kg N/ha toegediend om verschil te creëren tussen de objecten.

Op 1 november werden bij de objecten D en G weer vrij hoge Nmin-voorraden gemeten (tabel 5) en was bijbemesting niet nodig.

Het begin van december was erg nat (bijlage 1) en vermoedelijk is toen stikstof verloren gegaan door uitspoeling. Volgens de standaard stikstofopnamecurve van NBS-bodem (bijlage 2) neemt het gewas dan nog maar nauwelijks stikstof op en zou het niet nodig zijn om bij te bemesten. In praktijk echter worden aan prei die in de winter op het veld staat, vaak nog wel kleine giften stikstof gegeven. De angst bestaat dat de prei bij stikstofgebrek lichter van kleur wordt en eerder gaat slijten, waardoor de kwaliteit achteruitgaat. Vanuit deze gedachte is bij object G op beide locaties op 13 december nog 30 kg N/ha bijbemest.

Tabel 4. **Gemeten Nmin-voorraad tijdens de teelt (kg N/ha) bij de na augustus onbemeste objecten**

Vredepeel			Mariahoop		
Datum	Nmin		Datum	Nmin	
	0-30 cm	30-60 cm		0-30 cm	30-60 cm
8 aug	16		13 aug	34	
5 sep	118	26	5 sep	150	152
25 sep	41	27	25 sep	146	85
			16 okt	64	

Op 19 oktober is te Mariahoop en op 1 november te Vredepeel gemeten hoeveel stikstof er nog in de bodem zat bij de objecten die vóór 15 september waren bijbemest (objecten B en E). De Nmin-voorraad bleek te Vredepeel bij beide objecten nog voldoende hoog te zijn om te voorzien in de N-behoefte van het gewas. Bij de objecten D en G, waar begin oktober 30 en 60 kg N/ha was bijbemest, werd echter een hogere Nmin-voorraad gemeten, hoger dan men op basis van de hoogte van de N-gift zou verwachten. Bij geen van de genoemde objecten was volgens het NBS-bodem tot aan het einde van de teelt nog een aanvullende N-gift nodig.

Te Mariahoop werden op 19 oktober zeer hoge Nmin-voorraden gemeten bij de objecten B en E. De gevonden voorraad in de laag 0-30 cm op 1 november bij de objecten D en G, waar kort daarvoor 30 kg N/ha was bijbemest, was beduidend lager. Het verschil in meettijdspit bemoeilijkt echter een goede vergelijking.

Tabel 5. **Gemeten Nmin-voorraad in het najaar bij de bemeste objecten (kg N/ha)**

Vredepeel				Mariahoop			
Datum	Object	Nmin		Datum	Object	Nmin	
		0-30 cm	30-60 cm			0-30 cm	30-60 cm
1 nov	B	50	23	19 okt	B	157	143
	E	124	35		E	290	218
1 nov	D	140	38	1 nov	D en G	100	101
	G	113	28				

3.2 Gewasstand, opbrengst en kwaliteit

Te Vredepeel traden geen significante verschillen op tussen de objecten voor wat betreft gewasstand en -kleur. De stand te Vredepeel was vrij slecht en werd gemiddeld beoordeeld met het rapportcijfer 5,1. De kleur werd gemiddeld beoordeeld met het rapportcijfer 6,0. Te Mariahoop was de waardering gemiddeld 6,2 voor de stand en 7,0 voor de kleur.

De opbrengst en kwaliteit te Vredepeel zijn weergegeven in tabel 6 en die van Mariahoop in tabel 7. De verschillende bemestingsregimes hadden op beide proeflocaties geen significant effect op de bruto-opbrengst (gehele geoogste plant) en ook niet op de marktbaar opbrengst. Wel leek de opbrengst te Vredepeel iets achter te blijven bij de objecten A (controle object) en D. De opbrengst te Vredepeel was algemeen aan de lage kant. Te Mariahoop bleef de opbrengst bij object C (eenmalig 60 kg N/ha na 15 september) achter, maar hier is geen goede verklaring voor. Zeer waarschijnlijk is het toeval c.q. een gevolg van veldvariatie. Bij de objecten D en E te Mariahoop (eenmalig 30 kg N/ha respectievelijk 120 kg N/ha na 15 september) was de opbrengst niet duidelijk lager.

De verschillende N-bemestingen hadden ook geen significant effect op de kwaliteit c.q. het percentage van de opbrengst in klasse 1, hoewel deze te Vredepeel bij object A wel iets achter leek te blijven. De opbrengst in klasse 1 was bij object A te Vredepeel lager dan die bij de overige objecten. Dit was een zwak significant effect ($F_{\text{prob}} > 0,05$ en $< 0,1$). Tussen de overige objecten was er geen significant verschil. Te Mariahoop was er geen significant effect van de verschillende N-bemestingen op de opbrengst in klasse 1.

Het aantal rotte planten en planten met schot was op beide proeflocaties nagenoeg nihil (gemiddeld 1%) en werd niet door de verschillende N-bemestingen beïnvloed.

Samengevat leidde de bijbemesting te Mariahoop niet tot een hogere opbrengst en/of een betere kwaliteit en leek het te Vredepeel zowel de opbrengst als kwaliteit iets te verhogen, resulterend in een 10% hogere opbrengst in klasse 1. Een bijmestgift van 60 kg N/ha was zeker voldoende en het maakte niet uit of deze net vóór 15 september werd gegeven of begin oktober.

Tabel 6. **Opbrengst en kwaliteit te Vredepeel**

Object	N-gift na augustus (kg N/ha)	Tijdstip	Bruto opbrengst (ton/ha) ¹	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (%)	Opbrengst in klasse 1 (ton/ha)	Bruto droge stof (ton/ha)
A	0	–	53,1	32,1	93,0	29,8	6,02
B	60	eenmalig vóór 16/9	59,1	35,8	94,2	33,6	6,33
C	60	eenmalig na 15/9	56,8	34,3	95,3	32,7	6,20
D	30	eenmalig na 15/9	54,7	32,9	97,7	32,2	6,20
E	120	eenmalig vóór 16/9	55,4	33,9	96,0	32,6	6,03
F	120	eenmalig na 15/9	60,2	35,8	95,3	34,1	6,37
G	90	deling na 15/9	57,4	34,3	94,7	32,4	6,12
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>8,9</i>	<i>5,4</i>	<i>4,3</i>	<i>4,5</i>	<i>0,82</i>
A			53,1	32,1	93,0	29,8	6,02
B t/m G			57,3	34,5	95,5	32,9	6,21
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>6,8</i>	<i>4,1</i>	<i>3,3</i>	<i>3,5</i>	<i>0,62</i>

¹ inclusief aanhangend zand

Tabel 7. **Opbrengst en kwaliteit te Mariahoop**

Object	N-gift na augustus (kg N/ha)	Tijdstip	Bruto opbrengst (ton/ha) ¹	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (%)	Opbrengst in klasse 1 (ton/ha)	Bruto droge stof (ton/ha)
A	0	–	78,5	42,0	92,7	43,8	8,40
B	60	eenmalig vóór 16/9	77,3	41,9	91,1	41,9	8,01
C	60	eenmalig na 15/9	74,5	39,7	91,7	40,7	7,40
D	30	eenmalig na 15/9	77,0	41,3	93,2	43,1	8,42
E	120	eenmalig vóór 16/9	77,4	41,6	91,4	42,6	8,15
F	120	eenmalig na 15/9	78,5	41,9	91,9	43,0	8,53
G	60	deling na 15/9	79,0	42,4	93,8	44,2	8,00
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>3,4</i>	<i>2,8</i>	<i>3,5</i>	<i>3,4</i>	<i>0,76</i>
A			78,5	42,0	92,7	43,8	8,40
B t/m G			77,3	41,5	92,2	42,6	8,09
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>2,6</i>	<i>2,2</i>	<i>2,6</i>	<i>2,6</i>	<i>0,58</i>

¹ inclusief aanhangend zand

3.3 Stikstofopname en –overschot

De gegevens van de stikstofopname en het stikstofoverschot zijn weergegeven in de tabellen 8 en 9. Bij de berekening van de werkzame stikstofgift is voor de drijfmestgiften 60% van N-totaal genomen (de wettelijke werkingscoëfficiënt die in 2007 werd gehanteerd). Als N-afvoer is uitgegaan van het bruto geoogst product. Na schonen en sorteren wordt het bladafval in de regel teruggebracht naar het veld (ca. 45% van de stikstof in het bruto product), waardoor het werkelijk N-overschot dan groter is. Voor de onderlinge vergelijking van de objecten maakt dit echter geen verschil uit.

N-bijbemesting na augustus leidde te Vredepeel tot een hoger N-gehalte in de droge stof en een hogere N-opname alsook een hoger N-overschot. Daarbij had de hoogte van de N-gift significant effect op het N-gehalte, zwak significant effect op de N-opname en significant effect op het N-overschot.

Bij de eenmalige gift na 15 september leek het N-gehalte te Vredepeel iets hoger dan bij de eenmalige N-gift vóór 15 september. Ook leek bij de N-gift van 120 kg N/ha de N-opname hoger en het N-overschot lager bij de bijbemesting na 15 september. Deze effecten waren echter niet significant.

Te Mariahoop leidde de N-bemesting na augustus (objecten B t/m G) gemiddeld genomen tot een significant hoger N-gehalte (31,7 g/kg d.s.) dan dat van het controle object (A), maar de hoogte van de N-gift en het tijdstip hadden geen significant effect op het N-gehalte. Ook hadden de verschillende N-bemestingsregimes geen significant effect op de hoogte van de N-opname. De hoogte van de N-gift had wel significant effect op het N-overschot.

Bij de eenmalige gift van 60 kg N/ha na 15 september (object C) leek de N-opname lager en het -overschot hoger dan bij de eenmalige N-gift vóór 15 september (object B). De lagere N-opname bij object C vloeit voort uit de lagere productie. Daarentegen leek bij de eenmalige gift van 120 kg N/ha na 15 september (object F) de N-opname hoger en het N-overschot lager dan bij de eenmalige N-gift vóór 15 september (object E). De gevonden verschillen waren niet significant. Gemiddeld over de twee N-trappen waren de N-opname en het N-overschot bij bemesting vóór of na 15 september zo goed als gelijk (tabel 11).

De schijnbare stikstofbenutting (ANR) van de bijbemestingen na augustus werd op beide proeflocaties niet significant beïnvloed door de hoogte van de N-gift en ook niet door het tijdstip van de gift. Gemiddeld bedroeg de ANR van de na augustus toegediende stikstof 39% te Vredepeel en slechts 8% te Mariahoop. Dit houdt in dat te Vredepeel het merendeel van de N-bijbemestgift niet is opgenomen door het gewas en dat het te Mariahoop nauwelijks tot extra N-opname heeft geleid.

Tabel 8. **N-gehalte, N-opname en N-overschot te Vredepeel**

Object	N-gift na augustus (kg N/ha)	Tijdstip	N-gehalte (g/kg d.s.)	N-opname (kg N/ha)	N-overschot ¹ (kg N/ha)	Nmin 0-60 cm na oogst (kg N/ha)	N-verlies ² (kg N/ha)
A	0	–	19,9	120	115	0	115
B	60	eenmalig vóór 16/9	23,2	147	148	2	146
C	60	eenmalig na 15/9	24,0	148	147	1	146
D	30	eenmalig na 15/9	21,4	133	132	0	132
E	120	eenmalig vóór 16/9	24,8	149	206	5	201
F	120	eenmalig na 15/9	25,3	161	194	3	191
G	90	deling na 15/9	25,4	156	169	3	166
<i>Isd (p≤0,05)</i>			<i>1,9</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>5</i>	<i>22</i>

¹ N-overschot is berekend als: N-gift minus N-afvoer met het geoogst buto product

² N-verlies is berekend als: N-overschot minus Nmin 0-60 cm na oogst (half maart 2008)

Tabel 9. **N-gehalte, N-opname en N-overschot te Mariahoop**

Object	N-gift na augustus (kg N/ha)	Tijdstip	N-gehalte (g/kg d.s.)	N-opname (kg N/ha)	N-overschot ¹ (kg N/ha)	Nmin 0-60 cm na oogst (kg N/ha)	N-verlies ² (kg N/ha)
A	0	–	29,8	250	-50	12	-63
B	60	eenmalig vóór 16/9	31,4	251	9	12	-3
C	60	eenmalig na 15/9	31,5	233	27	16	11
D	30	eenmalig na 15/9	30,9	260	-30	12	-41
E	120	eenmalig vóór 16/9	31,7	258	62	18	44
F	120	eenmalig na 15/9	32,5	278	42	23	19
G	60	deling na 15/9	32,6	260	0	22	-22
<i>Isd (p≤0,05)</i>			<i>1,9</i>	<i>29</i>	<i>29</i>	<i>9</i>	<i>33</i>

¹ N-overschot is berekend als: N-gift minus N-afvoer met het geoogst buto product

² N-verlies is berekend als: N-overschot minus Nmin 0-60 cm na oogst (half maart 2008)

De N_{min} in de laag 0-60 cm na oogst (gemeten op 17 maart 2008) was te Vredepeel zeer laag en verschilde niet significant tussen de objecten. Gemiddeld zat er amper 2 kg N/ha in de bodem. Aangezien de bewortelbaarheid van zandgronden vaak niet dieper gaat dan zo'n 50 à 60 cm, is de niet-opgenomen stikstof door de prei verloren gegaan voor een volgteelt.

Ook te Mariahoop was de N_{min} 0-60 cm na oogst (gemeten op 11 maart 2008) laag, maar er waren nog wel onderscheidbare verschillen tussen de objecten. De hoogte van de N-gift had zwak significant effect op de N_{min} na oogst. Deze was wat hoger bij hogere N-gift. Bij bemesting na 15 september leek de overgebleven N_{min} na oogst iets hoger dan bij bemesting vóór 15 september. Dit effect was echter niet significant. Bij deling van de N-gift na 15 september (object G) was de N_{min} wel significant hoger dan bij eenmalige N-gift vóór 15 september (object B).

Als wordt aangenomen dat de N_{min} die half maart nog in de laag 0-60 cm aanwezig was, beschikbaar is voor een volgteelt (dus niet alsnog uitspoelt), kan het stikstofverlies worden berekend als N-overschot minus overgebleven N_{min} 0-60 cm. Dit N-verlies is weergegeven in tabel 8 en 9. De hoogte van de N-gift had op beide locaties significant effect op het N-verlies (tabel 10), maar het tijdstip van de N-gift niet.

Tabel 10. **N-overschot en N-verlies te Vredepeel en Mariahoop per N-trap**

Object	Vredepeel			Object	Mariahoop		
	N-gift na augustus (kg N/ha)	N-overschot ¹ (kg N/ha)	N-verlies ² (kg N/ha)		N-gift na augustus (kg N/ha)	N-overschot ¹ (kg N/ha)	N-verlies ² (kg N/ha)
A	0	115	115	A	0	-50	-63
D	30	132	132	D	30	-30	-41
B+C	60	148	146	B+C+G	60	-12	-5
G	90	169	166	E+F	120	-52	31
E+F	120	200	196				
p_{LIN}^3		<0,001	<0,001	p_{LIN}^3		<0,001	<0,001
p_{KWAD}^3		n.s.	n.s.	p_{KWAD}^3		n.s.	n.s.

¹ N-overschot is berekend als: N-gift minus N-afvoer met het geoogst buto product

² N-verlies is berekend als: N-overschot minus N_{min} 0-60 cm na oogst (half maart 2008)

³ De overschrijdingskansen uit de variantie-analyse van het lineaire (LIN) en kwadratische contrast (KWAD) van een polynoomfunctie (n.s. = niet significant).

Tabel 11. **N-opname, N-overschot en N-verlies te Vredepeel en Mariahoop afhankelijk van het toedieningstijdstip van de bijmestgift**

Locatie	Object	Tijdstip	N-opname (kg N/ha)	N-overschot ¹ (kg N/ha)	N-verlies ² (kg N/ha)
Vredepeel	B+E	eenmalig vóór 16/9	148	177	174
	C+F	eenmalig na 15/9	154	171	168
<i>lsd (p≤0,05)</i>			17	17	18
Mariahoop	B+E	eenmalig vóór 16/9	255	35	20
	C+F	eenmalig na 15/9	256	34	15
<i>lsd (p≤0,05)</i>			21	21	26

¹ N-overschot is berekend als: N-gift minus N-afvoer met het geoogst buto product

² N-verlies is berekend als: N-overschot minus N_{min} 0-60 cm na oogst (half maart 2008)

4 Discussie

Uit de proeven bleek dat na een lange, natte periode de Nmin-voorraad in de bodem tot een laag niveau daalde, waarna bijbemesten noodzakelijk was. In het algemeen is de kans hierop het grootst in de herfst. In 2007 echter, deed die situatie zich juist voor in de zomer en moest in augustus al fors worden bijbemest. De noodzaak voor bijbemesting in de herfst kwam niet tot uiting in de proeven ten opzichte van bijbemesting net vóór 15 september, wellicht omdat tussen 15 september en 1 december geen periode met forse hoeveelheid neerslag voorkwam. Tussen 13 augustus en 5 september daalde de bodemvoorraad in de laag 0-30 cm te Vredepeel vrijwel niet en op het gescheurd grasland te Mariahoop steeg deze zelfs. Het duidt erop dat de stikstofonttrekking door het gewas (ruimschoots) werd aangevuld door de stikstofmineralisatie.

De cijfers van de Nmin-metingen te Mariahoop geven aan dat de stikstofmineralisatie in de bodem op deze locatie hoog was. Dat was ook te verwachten op gescheurd grasland. Het gewas had daardoor ruim voldoende stikstof ter beschikking en mede doordat geen forse verliezen leken op te treden in de herfst, was bijbemesting niet nodig.

Bij de teelt op gescheurd grasland is het moeilijk en misschien wel onmogelijk om uiterlijk half september te bepalen of en hoeveel er nog moet worden bijbemest. De hoogte van de mineralisatie die nog optreedt, kan variëren en de aanwezige minerale stikstof kan uitspoelen. In een gunstig geval, zoals in de herfst van 2007, hoeft niet te worden bijbemest en in een ongunstig geval (natte herfst met veel uitspoelingsverlies) wel. Zo'n situatie vraagt om de mogelijkheid tot bijsturing in de herfst via toepassing van een stikstofbijmeststelsel.

Te Vredepeel leken andere groeifactoren dan stikstof (ziekte) de groei en opbrengst te beperken. Bij een betere groei en hogere opbrengst was er wellicht een duidelijkere reactie geweest op de N-bemesting na augustus. Ook had het gewas dan in de herfst waarschijnlijk meer stikstof aan de bodem onttrokken, was daardoor de Nmin-voorraad lager geweest en had bij opvolging van NBS-bodem meer moeten worden bijbemest.

De gevonden schijnbare stikstofbenutting (ANR) van de bijbemestingen na augustus van 39% te Vredepeel en 8% te Mariahoop was lager dan de 60% die Dekker (2006) noemde vanuit eerder onderzoek. Te Vredepeel was die lagere ANR mogelijk een gevolg van de matige gewasgroei. Te Mariahoop was het een gevolg van de hoge stikstofvoorraad c.q. -mineralisatie in de bodem. Onder andere groeiomstandigheden zal ook een andere ANR worden gevonden. Om een goed beeld te krijgen van de ANR van stikstof die na half september wordt toegediend, zijn twee proeven in één jaar te weinig en moet meerdere jaren onderzoek worden gedaan onder uiteenlopende groeiomstandigheden.

Wel bleek uit de proeven dat toediening van de stikstof na 15 september tot een minstens even goede N-opname leidde als toediening vóór 15 september en niet tot een hoger N-overschot c.q. meer N-verlies. Zelfs de late bijmestgift op 13 december werd nog evengoed door het gewas opgenomen als de eerdere bijmestgiften en zo laat bijbemesten leidde (bij gelijke N-totaalgift) niet tot een hoger N-overschot.

Het N-verlies werd dus niet beïnvloed door het tijdstip van de N-gift, maar enkel door de hoogte van de N-gift. Om het N-verlies te beperken is het dus zaak om zo zuinig mogelijk te bemesten c.q. om stikstofvraag en -aanbod zo goed mogelijk te synchroniseren.

De gehele bijbemesting na 1 september was te Mariahoop overbodig: het leidde niet tot een hogere opbrengst en/of een betere kwaliteit, maar wel tot meer N-verlies. Te Vredepeel kon met een beperkte bijmestgift worden volstaan (30 à 60 kg N/ha). Een hogere gift leidde tot meer N-verlies.

Op voorhand was op 14 september echter niet te bepalen of en hoeveel extra stikstof het gewas nog nodig zou hebben. Dat is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden in de herfst en de hoogte van de mineralisatie. Deze zijn niet dan wel moeilijk te voorspellen.

Een zo zuinig mogelijke bemesting (niet meer geven dan nodig is) is wel mogelijk door de toepassing van een N-bijmeststelsel. De resultaten van de proef bevestigden dat men door bijsturing via een NBS beter kan inspelen op de actuele groeiomstandigheden en het gewas zolang als mogelijk is, kan laten profiteren

van de beschikbare stikstof in de bodem. Opvolging van het NBS-bodem zou te Vredepeel hebben geresulteerd in een bijbemesting van 27-54 kg N/ha en te Mariahoop terecht in geen bijbemesting. Dat leidde tot een verlaging van het N-overschot en N-verlies ten opzichte van een hogere, eenmalige N-gift vlak vóór 15 september.

Deling van de stikstofgift kan het stikstofverlies door uitspoeling of denitrificatie verminderen als tijdens de teelt (zeer) natte perioden voorkomen (De Haan & Dekker, 2005). Uit deze proeven in 2007 bleek dat deling c.q. bijbemesting tot aan de winter niet tot meer stikstofverlies leidde dan toediening van alle stikstof vóór 15 september (bij gelijke N-totaalgift).

Toepassing van stikstofdeling in combinatie met NBS biedt de mogelijkheid om de N-bijbemesting zo goed mogelijk af te stemmen op de gewasbehoefte en de groeiomstandigheden, een te hoge N-gift te voorkomen en daardoor het N-overschot en N-verlies te minimaliseren. Echter, bij toepassing van een NBS is het wel noodzakelijk om te kunnen bijbemesten na 15 september als dat nodig is. Of het nodig is, blijkt uit de uitslag van de Nmin-meting in de bodem in de herfst.

Een verbod op stikstofbemesting in prei na 15 september lijkt daarom niet zinvol. Het maakt het gebruik van een NBS in de herfst onmogelijk en zal naar verwachting niet leiden tot het beoogde effect van minder stikstofverlies, maar het vergroot eerder de kans op meer stikstofverlies door toediening van hogere N-giften vóór 15 september om risico af te dekken.

Tot slot kunnen aan eenjarig onderzoek nog geen harde conclusies worden verbonden. Beide proeflocaties hadden in 2007/2008 specifieke groeiomstandigheden: een natte zomer en een relatief droge herfst, een nadelige invloed op gewasgroei te Vredepeel door bacterieziekte en een weliswaar goede gewasgroei en hoge opbrengst te Mariahoop, maar een zeer hoge stikstofmineralisatie. In het algemeen beïnvloeden de groeiomstandigheden de resultaten van de bemesting. Ofwel onder andere groeiomstandigheden hadden andere verschillen tussen de diverse N-bemestingsobjecten in de proeven kunnen optreden, bijvoorbeeld in geval van een zeer nat najaar. Daarom kan pas een betrouwbaar oordeel worden gegeven als het onderzoek meerdere jaren wordt herhaald. Dat is op dit moment niet voorzien.

5 Conclusies

Toediening van stikstof na 15 september leidde in de proeven tot een minstens even goede stikstofopname door het gewas als toediening vóór 15 september en niet tot een hoger stikstofoverschot c.q. meer stikstofverlies (bij gelijke N-totaalgift).

Het stikstofverlies werd niet beïnvloed door het tijdstip van de N-gift, maar enkel door de hoogte van de totale N-gift. Een lagere totale N-gift leidde tot minder N-verlies.

De resultaten van de proeven bevestigden dat men door bijsturing via een stikstofbijmeststelsel (NBS) beter kan inspelen op de actuele groeiomstandigheden en het gewas zolang als mogelijk is, kan laten profiteren van de beschikbare stikstof in de bodem, door regelmatig de N_{min}-voorraad te meten en pas bij te bemesten als het nodig is (als de voorraad is gedaald en er niet meer genoeg aanwezig is om te voorzien in de gewasbehoefte). Dat leidde tot een verlaging van het stikstofoverschot en stikstofverlies ten opzichte van een hogere, eenmalige N-gift vlak vóór 15 september.

Een verbod op stikstofbemesting in prei na 15 september lijkt op basis van deze proeven niet zinvol. Het maakt het gebruik van een NBS in de herfst onmogelijk en zal naar verwachting niet leiden tot het beoogde effect van minder stikstofverlies.

Referenties

- De Haan, J. & P. Dekker (2005), *redactie*. Best Practices Bemesting vollegrondsgroenten. PPO, Lelystad, 30 p.
- Dekker, P.H.M. (2006). Gebruik van kunstmeststikstof in de winterperiode. Landbouwkundige noodzaak en milieukundige consequenties van het al dan niet toestaan van het gebruik van kunstmeststikstof in de periode van 16 september t/m 31 januari. PPO projectrapport nr. 3250032500, Lelystad, 100 p.
- Dijk van, W. & W. van Geel (2008). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Publicatienr. 307. PPO, Lelystad, 96 p. + bijlagen. *Alleen digitaal beschikbaar op de webiste Kennisakker (www.kennisakker.nl)*
- Geel van, W.C.A. & E.J.J. Meurs (2004). Ontwikkeling geleide bemestingssystemen in de teelt van prei 2002-2003. Projectrapport nr. 510168. PPO, Lelystad, 46 p.
- Geel van, W.C.A. & E.J.J. Meurs (2004). Toetsing geleide bemesting in de vollegrondgroenteteelt 2003-2004. Projectrapport 510.169. PPO, Lelystad, 21 p.
- Geel van, W.C.A. (2003). Toetsing geleide bemesting vollegrondgroenteteelt. Project 510.169. Jaarrapport 2002. PPO, Lelystad, 31 p.
- Meurs, E.J.J. & R. Booij (2002). Stikstofbijbemesting op basis van CropScan: milieukundige en landbouwkundige potentie. Nota 171, PRI, Wageningen, 23 p. + bijlagen.
- Meurs, E.J.J. & R. Booij (2003). Stikstofbijbemesting op basis van CropScan: milieukundige en landbouwkundige potentie, fase II. Nota 240, PRI, Wageningen, 24 p. + bijlagen.

Bijlage 1. Neerslaggegevens 2007/2008

Maand	Decade ¹	Vredepeel		KNMI-station Echt	
		Actueel (mm)	Normaal (mm) ²	Actueel (mm)	Normaal (mm) ²
juli	I	47,1	21,4	59,6	22,4
	II	17,4	20,1	13,2	21,7
	III	69,7	28,0	69,0	22,0
		134,2	69,9	141,8	66,1
augustus	I	34,5	16,4	81,8	17,5
	II	10,4	18,4	8,6	18,8
	III	21,2	23,0	26,2	22,7
		66,1	57,8	116,6	59,1
september	I	11,2	20,6	10,4	19,3
	II	19,9	22,2	13,8	23,6
	III	20,6	18,3	21,6	18,4
		51,7	61,1	45,8	61,3
oktober	I	12,7	23,0	20,3	24,2
	II	2,6	16,8	1,2	13,6
	III	29,7	21,9	35,0	18,8
		45,0	61,7	56,5	56,5
november	I	32,2	20,5	24,8	16,8
	II	13,9	28,7	23,6	21,9
	III	21,5	21,5	6,4	19,0
		67,6	70,6	54,8	57,7
december	I	50,8	17,7	49,3	16,5
	II	0,7	27,1	3,5	24,7
	III	4,7	24,3	3,0	23,6
		56,2	69,1	55,8	64,9
januari	I	16,9	24,7	17,9	20,4
	II	29,9	14,8	13,9	13,5
	III	21,5	23,5	13,2	20,5
		68,3	63,0	45,0	54,3
februari	I	32,8	18,1	23,3	16,2
	II	0,1	16,7	0	16,6
	III	17,9	10,9	6,7	11,9
		50,8	45,7	30,0	44,6
maart	I	13,6	20,1	12,6	16,7
	II	40,1	18,8	35,1	17,7
	III	34,0	23,3	48,8	22,6
		87,7	62,1	96,5	57,0

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

2 langjarig gemiddelde (KNMI-station IJsselsteyn voor Vredepeel)

Bijlage 2. NBS-bodem voor de late herfstteelt en vroege winterteelt prei¹

Berekening van de N-gift:

$$\text{N-gift-}t_1 = (\text{NOG-}t_2 - \text{NOG-}t_1) - \text{MBN-}t_1 + \text{BUF}$$

waarbij:

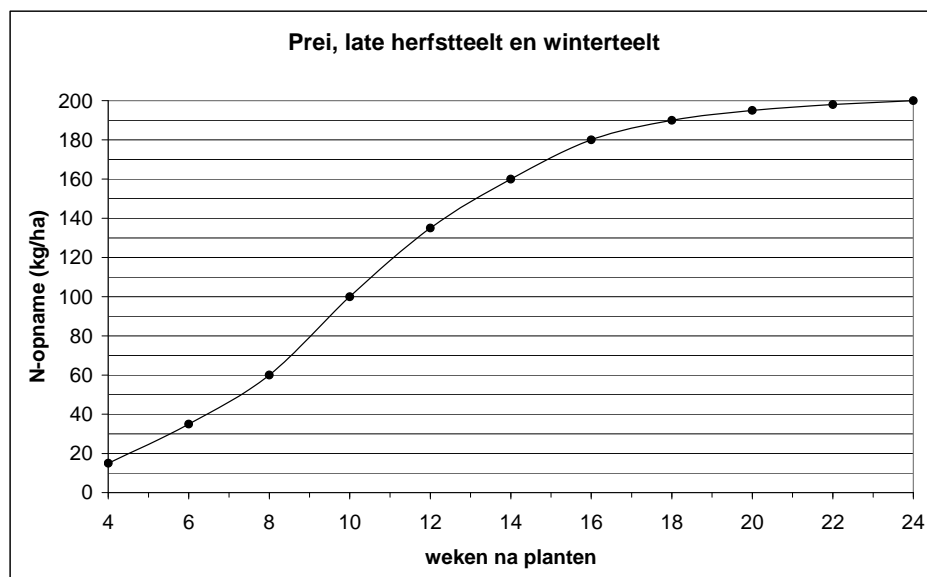
N-gift- t_1 = N-gift op tijdstip t_1

NOG- t_1/t_2 = opgenomen hoeveelheid N door het gewas op tijdstip t_1 en t_2

MBN- t_1 = hoeveelheid minerale bodem-N op tijdstip t_1

BUF = buffer

N-opnamecurve:



Opmerkingen en uitgangspunten:

- De N-opnamencurven zijn gebaseerd op een brutoproductie van 70 ton per ha voor de vroege herfstteelt en 65 ton per ha voor de late herfstteelt en de beide winterteelten. Bij een hogere of lagere productie kan de N-opname naar rato worden aangepast.
- Er wordt bemonsterd tot 30 cm diepte. Indien de beworteling 40 cm of dieper gaat, kan vanaf dat moment worden bemonsterd tot 60 cm diepte.
- Hoogte van de buffer (kg N/ha) bij de late herfstteelt en winterteelt:
 - juli t/m september: 50
 - oktober t/m maart: 30

¹ Overgenomen uit Van Dijk & Van Geel (2008)