



Optimaliseren bemestingsstrategie en toepassing mineralenconcentraat in herfstprei

Verslag van een veldproef in 2011 op zuidoostelijke zandgrond

Willem van Geel en Jos Wilms



Optimaliseren bemestingsstrategie en toepassing mineralenconcentraat in herfstprei

Verslag van een veldproef in 2011 op zuidoostelijke zandgrond

Willem van Geel en Jos Wilms

© 2012 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. 460

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door:



LLTB
Wilhelminasingel 25
6041 CH Roermond



Mestac U.A.
De Run 6380
5504 DM Veldhoven

Projectleiding:	Gerard Meuffels
Uitvoering proef:	Jos Wilms
Verslaglegging:	Willem van Geel

Projectnummer: 32 502 218 00

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 – 29 11 11
Fax : 0320 – 23 04 79
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 PROEFOPZET EN -UITVOERING	9
2.1 Proefopzet	9
2.2 Teelt- en proefuitvoering	10
3 RESULTATEN	13
3.1 Weersgegevens.....	13
3.2 Gewasbeoordeling	13
3.3 Opbrengst, kwaliteit en maatsortering	14
3.4 Stikstofopname en –benutting en Nmin bodem.....	15
4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	17
REFERENTIES.....	19
BIJLAGE 1. WEERSGEGEVENS VREDEPEEL	21

Samenvatting

Door aanscherping van de stikstofgebruiksnorm voor prei is het noodzakelijk om een zo hoog mogelijke stikstofbenutting te realiseren uit meststoffen (en zo weinig mogelijk verlies) om opbrengstderiving te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken. In dat kader zijn in 2011 op PPO-onderzoekslocatie Vredepeel (zuidoostelijk zandgrond) verschillende bemestingsstrategieën vergeleken in een late herfstteelt prei. Daarbij is tevens gekeken naar de geschiktheid van Fertraat (een mineralenconcentraat) als kunstmestvervanger voor basis- en/of bijbemesting in prei. Fertraat wordt verkregen door hoogwaardige scheiding van drijfmest in een dikke en dunne fractie, waarna de dunne fractie wordt geconcentreerd. Het product bevat hoofdzakelijk stikstof en kalium.

In de proef zijn strategieën opgenomen met een basisbemesting vaste geitenmest, rundveedrijfmest of Fertraat. Bij elk van deze basisbemestingen is tijdens de teelt twee keer bijbemest met KAS of Fertraat. Als referentie is een volledige bemesting met KAS opgenomen (basisbemesting en bijmestgiften). De meststofgiften zijn zodanig gekozen dat op teeltniveau aan de wettelijke normen voor bemesting in 2011 is voldaan: een stikstofgebruiksnorm van 235 kg N per ha; een aanvoernorm van 170 kg N-totaal uit dierlijke mest en een aanvoernorm van totaal 70 kg fosfaat per ha. Fertraat is in deze opzet gebruikt als kunstmestvervanger. Van elke strategie is het effect op de opbrengst, kwaliteit en stikstofefficiëntie nagegaan.

In de natte zomer is waarschijnlijk stikstof verloren gegaan door uitspoeling. Onder deze groeiomstandigheden gaven de strategieën met een basisbemesting rundveedrijfmest of vaste geitenmest een hogere marktbaar opbrengst dan de strategieën met KAS of Fertraat als basisbemesting. Bijbemesting met Fertraat leek door de bank genomen een wat lagere opbrengst te geven dan bijbemesting met KAS, maar dit verschil was niet significant.

Er waren geen duidelijke kwaliteitsverschillen tussen de verschillende bemestingsstrategieën (percentage van de opbrengst in klasse 1). Gemiddeld viel 92% van de opbrengst in klasse 1.

Het percentage geogoste planten in de maat 2-4 cm verschilde evenmin duidelijk tussen de strategieën. Gemiddeld in de proef had 90% van de geogoste planten een diameter van 2-4 cm.

Door de basis- en/of bijbemesting met Fertraat is extra kali toegediend aan de prei. Die hogere kaligift leidde niet tot een (beoogde) donkerdere groene kleur van de prei.

De stikstofwerking van Fertraat leek wat lager te zijn dan die van KAS, maar het verschil was niet significant. Op basis van deze eenjarige proef kan daarom niet met zekerheid worden gezegd of bij gebruik van Fertraat in prei van een lagere N-werking moet worden uitgegaan dan van KAS. Daarvoor zou het onderzoek moeten worden herhaald.

De afgeleide stikstofwerking van rundveedrijfmest en vaste geitenmest was relatief hoog: hoger dan de forfaitaire waarde die wordt gehanteerd voor de gebruiksnormen. Dat is gunstig, omdat er dan daadwerkelijk meer werkzame stikstof beschikbaar is geweest voor het gewas dan men hoeft mee te tellen in de mineralenboekhouding. Die relatief hoge stikstofwerking is waarschijnlijk een gevolg van minder verlies van vrijgekomen stikstof uit deze meststoffen en daardoor een betere benutting dan van de stikstof uit KAS.

Het resultaat van deze proef is mede beïnvloed door de weersomstandigheden. In een drogere zomer (zonder uitspoelingsverlies) zal het verschil tussen de bemestingsstrategieën anders uitpakken. Door dit jaareffect op de proefresultaten kan pas na meerdere jaren van onderzoek een goed beeld worden verkregen van de prestatie van de verschillende bemestingsstrategieën ten opzichte van elkaar.

1 Inleiding

Tachtig procent van de prei in Nederland wordt geteeld op zandgronden in het Zuidoosten. De stikstofgebruiksnorm in 2011 op zandgrond en löss bedraagt 235 kg N/ha. In 2012 en 2013 wordt deze norm verlaagd naar 225 kg N per ha. Op dit moment staat nog niet vast of de norm na 2013 nog verder wordt verlaagd of wordt gehandhaafd.

Uit recent onderzoek van Van Geel et al. (2009) naar de stikstofbehoefte van prei is gebleken dat een N-gift van 225 kg N per ha lang niet altijd voldoende is om de maximale (financiële) opbrengst te behalen. Met name in een nat groeiseizoen of bij een lage bodemvoorraad minerale stikstof bij aanvang van de teelt, is de optimale N-gift hoger. In het onderzoek is bemest met KAS, waarbij de totale gift is verdeeld over drie toedieningsmomenten. De hoogte van de stikstofgift had vooral effect op de productie en veelal niet op de kwaliteit (het percentage in klasse 1). Hoge N-giften hadden zelden positief effect op de kwaliteit; eerder leidden ze tot een lichte afname van percentage in klasse 1. Door toename van de totale productie, leidde hogere N-giften wel tot een hogere kilogramopbrengst in klasse 1.

Aanscherping van de stikstofgebruiksnorm leidt naar verwachting tot (financiële) opbrengstderving. Ook verwacht men in de praktijk dat de kwaliteit van de prei zal afnemen. De stikstofgebruiksnormen zijn ingesteld om verlies van stikstof naar grond- en oppervlaktewater te verminderen. Een nadeel van hogere stikstofgiften is dat de stikstofbenutting afneemt en het stikstofverlies (door uitspoeling en denitrificatie) toeneemt. Zowel lagere opbrengsten en een lagere kwaliteit als een slechtere stikstofbenutting en hogere stikstofverliezen zijn niet gewenst.

De uitdaging voor de preiteelt is om een hoge stikstofbenutting te realiseren en een laag stikstofverlies. Daardoor kan worden voorkomen dat de stikstofgebruiksnorm in de toekomst nog verder wordt aangescherpt om aan de EU-nitraatrichtlijn van 50 mg NO₃ per l te voldoen. Verder kan door een betere benutting met een lagere stikstofgift worden volstaan met behoud van opbrengst en kwaliteit. Daar komt nog bij dat in de praktijk steeds vaker de plantdichtheid (het aantal planten per ha) wordt verhoogd, om meer prei met een diameter van 2-4 cm te kunnen oogsten. Verondersteld wordt dat daardoor ook een hogere bemesting nodig is. De Haan et al. (2011) vonden echter dat een hogere plantdichtheid bij gelijke N-gift tot een hogere stikstoffefficiëntie en een meeropbrengst leidt. Mogelijk hoeft de N-gift dan niet te worden verhoogd.

Voor een goede preiopbrengst en -kwaliteit is naast bemesting een goede bodemkwaliteit van groot belang. Prei stelt hoge eisen aan de grond: een goede losse structuur, goed toegankelijk voor lucht, veel beschikbaar vocht, bij voorkeur een hoge bodemmineralisatie, een humusgehalte van 5-8% en een pH-KCl $\geq 5,8$ (De Kraker, 1993).

Voorafgaand aan de teelt van prei wordt in het voorjaar meestal een basisbemesting met varkens- of rundveedrijfmest uitgevoerd. Steeds vaker echter, wordt voor de basisbemesting vaste geitenmest (Limburg) of compost (Noord-Brabant) gekozen in plaats van drijfmest. Vaste geitenmest en compost dragen meer bij aan de organische-stofopbouw in de bodem dan varkensdrijfmest. Door meerjarig gebruik van deze meststoffen neemt ook de buffervoorraad organisch gebonden stikstof in de bodem toe en stijgt het mineralisatieniveau. Dan kan er met een lagere stikstofgift worden volstaan.

Door verdere verlaging van de fosfaatgebruiksnormen neemt het mestoverschot in Nederland toe. De verwachting is dat mestverwerking verplicht wordt en dat daardoor het aanbod aan verwerkte/bewerkte mestproducten toeneemt. Een van die producten is mineralenconcentraat (MC), dat wordt verkregen door hoogwaardige scheiding van drijfmest in een dikke en dunne fractie, waarna de dunne fractie wordt geconcentreerd. MC bevat hoofdzakelijk stikstof en kalium, (zo goed als) geen fosfaat en wordt beoogd als kunstmestvervanger. MC wordt onder andere op de markt gebracht door Kumac onder de handelsnaam Fertraat. Het product Fertraat is in principe geschikt voor precisiebemesting. De technieken hiervoor zijn in ontwikkeling. Om de toepassing van Fertraat te stimuleren is het belangrijk dat het product betere bekendheid krijgt bij de afnemers en dat de landbouwkundige waarde ervan wordt aangetoond.

In 2009 en 2010 zijn verschillende proeven in akkerbouw- en voedergewassen uitgevoerd om de landbouwkundige waarde en stikstofwerkingscoëfficiënt van mineralenconcentraat te bepalen ten opzichte van KAS. In deze proeven varieerde de stikstofwerking van MC (bij bouwlandinjectie) nogal. Vaak werd een gelijkwaardige werking gevonden als met KAS: $\geq 95\%$. In een aantal gevallen was de werking lager, soms wel lager dan 70%. Voor deze variatie in N-werking is nog geen sluitende verklaring gevonden. De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven op de website <http://www.mestverwerken.wur.nl>. Voor prei kan mineralenconcentraat ook een interessante meststof zijn. Voor de preiteler moet duidelijk zijn hoe hoog de stikstofwerking is die hij mag verwachten in de preiteelt.

Tussen de hierboven genoemde meststoffen bestaat er verschil in beschikbaarheid van de stikstof voor het gewas. Dit betreft zowel het moment waarop de stikstof beschikbaar komt als de totale hoeveelheid die beschikbaar komt uit de meststof.

KAS bevat uitsluitend minerale stikstof (ammoniumnitraat) die voor 100% opneembaar is voor het gewas en na toediening meteen beschikbaar is. Voordeel hiervan is dat het gewas over (ruim) voldoende stikstof in de bodem kan beschikken voor een goede groei. Nadeel is dat een hoge voorraad minerale stikstof in de bodem een groter risico geeft van uitspoeling, met name in een periode dat het gewas weinig stikstof opneemt. Prei neemt de eerste zes weken na planten nog maar weinig stikstof op. Daarom wordt aanbevolen de stikstof niet in één keer toe te dienen aan het begin van de teelt, maar in drie à vier kleinere porties c.q. om de gift te delen (Van Dijk & Van Geel, 2010). Dit vermindert het verlies in natte perioden. Fertraat bevat hoofdzakelijk minerale stikstof in ammoniumvorm (welke in de bodem in de zomer snel wordt omgezet in nitraatstikstof). Ook hierbij is de stikstof meteen beschikbaar voor het gewas. Wel kan ten opzichte van KAS wat meer verlies optreden door ammoniakvervluchtiging, waardoor de stikstofwerking iets lager kan uitvallen. Bij emissiearme aanwending is dat verlies echter miniem. Verder bevat Fertraat een geringe hoeveelheid organisch gebonden stikstof, die geleidelijk beschikbaar komt.

In organische mest komt een deel van de stikstof in minerale vorm voor (als ammonium-N) en is de rest gebonden in de organische stof. De minerale stikstof is meteen beschikbaar en de organisch gebonden stikstof (Norg) komt na toediening van de mest geleidelijk beschikbaar na afbraak van de organische stof. De snelheid waarmee de Norg vrijkomt (mineraliseert), hangt af onder meer af van de diersoort en de temperatuur. De organische stof van rundveemest bijvoorbeeld, breekt langzamer af dan die van varkensmest, waardoor de Norg langzamer vrijkomt. Bij hoge bodemtemperatuur verloopt de afbraak (en daardoor ook de mineralisatie) sneller dan bij lage temperatuur.

De beschikbaarheid van stikstof uit organische mest wordt uitgedrukt door middel van een werkingscoëfficiënt of werkingspercentage. Dit is het percentage van de totale stikstof in de mest dat eenzelfde effect heeft op de opbrengst of stikstofopname door het gewas als KAS. Als bijvoorbeeld 100 kg N-totaal per ha uit dierlijke mest tot eenzelfde productie of stikstofopname door het gewas leidt als 70 kg N/ha uit KAS, dan bedraagt de N-werking van de dierlijke mest 70%.

Voor de stikstofgebruiksnorm hoeft de totale stikstofaanvoer uit organische mest niet voor 100% te worden meegeteld maar alleen het werkzame deel. Daartoe hanteert de wetgever forfaitaire werkingscoëfficiënten, die onder meer afhankelijk zijn van de mestsoort en de grondsoort waarop de mest wordt toegepast.

Het doel van deze proef was om het effect van bemesting met geitenmest en Fertraat in prei na te gaan op de opbrengst, kwaliteit en stikstofefficiëntie. Een neven doel is om draagvlak te creëren in de open teelten (waaronder vollegrondsgroenten) voor de toepassing van Fertraat door onderbouwing met cijfers van de landbouwkundige waarde van het product.

Het effect van plantgetal op de benodigde hoeveelheid stikstof was geen aspect van onderzoek in deze proef.

2 Proefopzet en -uitvoering

2.1 Proefopzet

In de proef zijn vaste geitenmest en Fertraat vergeleken met rundveedrijfmest en KAS. Bij elk proefobject is de N-gift in drieën gedeeld: een basisbemesting en twee bijbestedingen. Er zijn verschillende combinaties gemaakt van meststoffen voor de basisbemesting en de bijbesteding. Daarnaast is een nulobject opgenomen (geen stikstofbemesting). Dit object is nodig om de stikstofbenutting bij de verschillende meststoftoepassingen te kunnen afleiden. De volgende acht objecten zijn in de proef opgenomen:

- A. Onbehandeld (geen N-bemesting)
- B. Rundveedrijfmest (RDM) basis + KAS bijbesteding
- C. Rundveedrijfmest (RDM) basis + Fertraat bijbesteding
- D. Vaste geitenmest (VGM) basis + KAS bijbesteding
- E. Vaste geitenmest (VGM) basis + Fertraat bijbesteding
- F. Fertraat basis + KAS bijbesteding
- G. Fertraat basis + Fertraat bijbesteding
- H. KAS basis + KAS bijbesteding

De proef is aangelegd als een gewarde blokkenproef in vier herhalingen.

Vaste rundvee- of vaste geitenmest bevatten een veel hoger aandeel organische stof en N-organisch dan rundveedrijfmest (zie ook tabel 4).

De giften van de meststoffen zijn zodanig gekozen dat op teeltniveau aan de wettelijke normen voor bemesting in 2011 is voldaan. Het betreft:

- een stikstofgebruiksnorm van 235 kg N per ha;
- een aanvoernorm van 170 kg N-totaal uit dierlijke mest;
- een aanvoernorm van 70 kg fosfaat per ha uit alle meststoffen samen (bij Pw >55).

Voor de stikstofgebruiksnorm gelden in 2010-2013 forfaitaire N-werkingscoëfficiënten op zand van:

- 60% voor rundveedrijfmest (70% voor varkensdrijfmest);
- 40% voor vaste rundvee- en vaste geitenmest.

Als Fertraat een wettelijk status zou krijgen als kunstmestvervanger, moet de stikstof voor 100% worden meegeteld voor de N-gebruiksnorm. De stikstof telt dan niet mee als aanvoer van stikstof uit dierlijk mest en mag bovenop de mestnorm van 170 kg N-totaal per ha uit dierlijke mest worden aangevoerd. Als Fertraat op het bedrijf wordt aangevoerd als dunne fractie van dierlijke mest, geldt een forfaitaire werking van 80%, maar telt de stikstof wel mee als N-aanvoer uit dierlijk mest en moet men binnen de norm van 170 kg N-totaal uit mest blijven. Voor deze proef is uitgegaan van aanvoer als kunstmest c.q. een werking van 100%.

In tabel 1 zijn de geplande meststofgiften weergegeven en de aanvoer van stikstof en fosfaat. De planning is gemaakt op basis van de meest actuele gehalten van de meststoffen die bij de leverancier ervan bekend waren.

Voor kali (K_2O) werd een aanvoer voorzien van 172 kg per ha bij RDM en 118 kg per ha bij VGM. Bij Fertraat was dit nog niet bekend. De verschillen in kaliaanvoer tussen de objecten met basisbemesting KAS, RDM of VGM zijn gecompenseerd door aanvullingen per object met patentkali. Bij de objecten met Fertraat is ook een basisgift patentkali toegediend. De kaliaanvoer uit het Fertraat kwam hier dus extra bovenop. Doel hiervan was om na te gaan of die extra kaliaanvoer uit Fertraat zou leiden tot een donkerdere groene kleur. Dat wordt door de consument hoger gewaardeerd dan prei met een lichtere kleur.

De fosfaattoestand van het proefperceel was dermate hoog (zie tabel 2) dat volgens de landelijk adviesbasis bemesting (Van Dijk & Van Geel, 2010) geen fosfaatgift nodig was. Een opbrengstreactie op een verse fosfaatgift was niet te verwachten. De verschillen in fosfaataanvoer tussen de objecten zijn daarom niet gecompenseerd.

Tabel 1. **Geplande bemesting per object: stikstof en fosfaataanvoer**

Object	Basisbemesting				Bijbemesting			Totale aanvoer	
	Meststof	N-totaal (kg/ha)	N-werkzaam (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	Meststof	N-totaal (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	N-werkzaam (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)
A	Onbehandeld	-	-	-	Onbehandeld	-	-	-	-
B	40 m ³ /ha RDM	169	101	60	KAS	2 x 60	-	221	60
C	40 m ³ /ha RDM	169	101	60	Fertraat	2 x 60	<1	221	60
D	12 ton/ha VGM	97	38	66	KAS	2 x 95	-	228	66
E	12 ton/ha VGM	97	38	66	Fertraat	2 x 95	<1	228	66
F	10 ton/ha Fertraat	100	100	<1	KAS	2 x 67,5	-	235	-
G	10 ton/ha Fertraat	100	100	<1	Fertraat	2 x 67,5	<1	235	-
H	KAS	100	100	-	KAS	2 x 67,5	-	235	-

2.2 Teelt- en proefuitvoering

De proef is aangelegd op een zuidoostelijke zandgrond nabij PPO-onderzoekslocatie Vredepeel. In tabel 2 zijn de bodemvruchtbaarheidsgegevens van het proefperceel vermeld. In december 2009 is het perceel bekalkt met 2000 kg Dolokal (54% zbw) per ha. De pH-KCl zal hierna (in 2010) naar schatting zijn gestegen tot 5,7. In tabel 3 zijn de gegevens van de uitvoering van de proef en de teelt opgenomen. De verzorging van het gewas vond plaats conform praktijk.

Na ontvangst en toediening van de partijen mest is hiervan een monster genomen voor analyse van de samenstelling, zodat achteraf kan worden gecontroleerd hoeveel stikstof en fosfaat er daadwerkelijk is toegediend. De samenstelling van de partijen mest die in de proef zijn gebruikt, is weergegeven in tabel 4. De berekende hoeveelheden toegediende nutriënten zijn weergegeven in tabel 5. De verschillen tussen gerealiseerde en geplande aanvoer van stikstof en fosfaat waren beperkt.

Het Fertraat is met een kouter 15 cm diep in de grond gebracht. Bij de eerste bijbemesting is het vlak naast de plantenrijen toegediend (op ca. 10 cm afstand) en bij de tweede bijbemesting midden tussen de plantenrijen. De KAS is bij de eerste bijbemesting vlak naast de plantenrijen gestrooid en bij de tweede bijbemesting midden ertussen.

Tabel 2. **Bodemvruchtbaarheidsgegevens van het proefperceel (november 2008)**

Parameter	Eenheid	Analyse- resultaat	Waardering
Organische stof	%	2,8	vrij laag
pH-KCl	-	5,3	vrij laag
Fosfor (P-PAE)	mg P/kg	3,5	vrij hoog
P-AL	mg P ₂ O ₅ /100 g	56	vrij hoog
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	56	vrij hoog
Kalium	mg K/kg	34	-
K-getal	-	9	vrij laag
Magnesium	mg MgO/kg	80	goed
Borium	µg B/kg	111	-

Tabel 3. Gegevens van de teelt- en proefuitvoering van de preiproef in 2011

Voorvrucht 2010:	snijmaïs
Teeltwijze:	late herfstteelt
Ras:	Belton
Plantverband:	75 x 8 cm
Ponsdiepte:	15 cm
Plantdatum:	8 juni
Plantmethode:	handmatig in ponsgaten
Aanwateren:	10.000 l per ha direct na planten op 8 juni
Nmin vóór de teelt:	gemeten op 18 mei vóór de bemesting 0-30 cm: 61 kg N per ha 30-60 cm: 10 kg N per ha
Basisbemesting:	18 mei 2011: bouwlandinjectie rundveedrijfmest 20 mei: vaste geitenmest gestrooid en ingewerkt 25 mei: Fertraat aangebracht met kouters 25 mei: breedwerpig KAS gestrooid (object H) 10 juni: aanvullende bemesting per object met Patentkali
Grondbewerking (hele proefveld):	bewerking met een Lemken Smaragd-cultivator op 20 mei bewerking met een vaste-tandcultivator op 25 mei
Bijbemestingen:	1 ^e bijbemesting op 26 juli met Fertraat en op 27 juli met KAS 2 ^e bijbemesting op 16 september, zowel met Fertraat als KAS
Beoordeling gewasstand en gewaskleur:	12 september en 21 oktober
Oogst:	25 oktober
Nmin-metingen:	26 juli: 0-30 cm 27 oktober: 0-30, 30-60 en 60-90 cm
Grootte van de proefveldjes:	bruto: 3 x 8 m netto geoogst: 1,5 x 5 m

Tabel 4. Samenstelling van de gebruikte dierlijke mestsoorten en het Fertraat (gehalten in g per kg)

	Rundveedrijfmest	Vaste geitenmest	Fertraat
Droge stof	91	278	48
Ruw as	16	125	32
Organische stof	75	153	16
Totale stikstof	4,11	7,86	9,34
Minerale stikstof (Nm)	1,9	1,9	8,7
Nm als fractie van N-totaal	46%	24%	94%
Organische stikstof	2,2	6,0	0,6
Fosfaat (P ₂ O ₅)	1,49	4,83	<0,07
Kali (K ₂ O)	4,3	12,4	11,0
Magnesia (MgO)	1,0	3,2	1,0
Natron (Na ₂ O)	<0,6	1,8	2,8

Tabel 5. **Gerealiseerde bemesting per object**

Object	Meststof	Basisbemesting					Aanvulling met Patentkali		
		N-totaal (kg/ha)	N-werkzaam (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	MgO (kg/ha)	Gift (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	MgO (kg/ha)
A	Onbehandeld	-	-	-	-	-	575	173	58
B	40 m ³ /ha RDM	165	100	60	173	40	-	-	-
C	40 m ³ /ha RDM	165	100	60	173	40	-	-	-
D	12 ton/ha VGM	94	38	58	149	38	180	54	18
E	12 ton/ha VGM	94	38	58	149	38	180	54	18
F	10,7 ton/ha Fertraat	100	100	<1	118	11	575	173	58
G	10,7 ton/ha Fertraat	100	100	<1	118	11	575	173	58
H	KAS	100	100	-	-	-	575	173	58

Object	Meststof	Bijbemesting					Totale aanvoer				
		N-totaal (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	MgO (kg/ha)	N-totaal (kg/ha)	N-werk- zaam (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	MgO (kg/ha)	
A	Onbehandeld	-	-	-	-	-	-	-	173	58	
B	KAS	2 x 60	-	-	-	285	220	60	173	40	
C	Fertraat	2 x 60	<1	141	13	285	220	60	314	53	
D	KAS	2 x 95	-	-	-	284	228	58	203	56	
E	Fertraat	2 x 95	<1	224	20	284	228	58	427	77	
F	KAS	2 x 67,5	-	-	-	235	235	<1	290	68	
G	Fertraat	2 x 67,5	<1	159	14	235	235	<1	449	83	
H	KAS	2 x 67,5	-	-	-	235	235	-	173	58	

Bij de N_{min} die vóór aanvang van de proef is gemeten (zie tabel 3), bedraagt de stikstofgift volgens de landelijke N-bemestingsrichtlijn voor prei 269 kg N per ha (Van Dijk & Van Geel, 2010). De (forfaitaire) werkzame N-giften in de proef zaten hier onder.

Bij een K-getal van 9 (tabel 2) bedraagt de gewasadviesgift kali voor prei op zandgrond 225 kg K₂O per ha (Van Dijk & Van Geel, 2010). Bij de proefobjecten zonder basis- of bijbemesting met Fertraat zat de totale kaligift hier iets onder. Bij de objecten met basis- of bijbemesting van Fertraat zat de totale kaligift hier ruim boven.

In september en oktober is per veldje de gewasstand en –kleur visueel beoordeeld. Eind juli is de bodemvoorraad N_{min} in de laag 0-30 cm vastgesteld (per veldje),

Na oogst is de bruto-opbrengst bepaald. Daarna is het bladafval verwijderd en is de prei gewassen en gesorteerd naar kwaliteit en dikte.

Van elk veldje is een monster uitgenomen van 10 bruto planten. Van dit monster is het droge-stofgehalte bepaald en het stikstofgehalte in de droge stof. Aan de hand hiervan is de N-opname door het gewas berekend.

Verder is per bemestingsobject de zogenoemde schijnbare stikstofbenutting (ofwel apparent nitrogen recovery; ANR) berekend. De ANR geeft de extra N-opname door het gewas aan die het gevolg is van de N-bemesting, als percentage van de N-gift. De ANR is berekend als:

$$(N\text{-opname bemest object} - N\text{-opname nulobject}) / N\text{-totaalgift}$$

Vervolgens is de N-werking ten opzichte van KAS berekend door de ANR van de verschillende bemestingsobjecten te delen door de ANR van de bemesting met KAS (object H).

Na oogst is de resterende hoeveelheid N_{min} in de bodemlagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm gemeten.

De resultaten van de proeven zijn geanalyseerd met behulp van het statistische softwarepakket Genstat. Hiermee is een variantieanalyse uitgevoerd en een tweezijdige t-toets.

3 Resultaten

In de tabellen met resultaten in de paragrafen 3.2 t/m 3.4 is door middel van een lettercode aangegeven of verschillen tussen de objecten statistisch betrouwbaar zijn (significant). Als bij twee te vergelijken objecten een verschillende letter staat, is het onderlinge verschil significant. Dan mag worden aangenomen dat het verschil een gevolg is van de bemesting. Als ze dezelfde letter hebben, is het verschil niet significant. Dan is onvoldoende duidelijk of het gemeten verschil een gevolg is van de bemesting of van veldvariatie c.q. op toeval berust.

3.1 Weersgegevens

Het voorjaar van 2011 was zeer droog en warmer dan normaal. De zomer van 2011 was uitzonderlijk nat. Juni had een normale temperatuur voor de tijd van het jaar, maar juli en augustus waren koeler dan normaal. September en oktober hadden een vrij normale temperatuur. September was droger dan normaal en oktober natter. De temperatuur- en neerslaggegevens van de periode maart t/m oktober 2011 en de normalen zijn weergegeven in bijlage 1.

3.2 Gewasbeoordeling

In tabel 6 is de beoordeling van de gewasstand en kleur weergegeven. De objecten met rundveedrijfmest (RDM) of vaste geitenmest (VGM) aan de basis vertoonden een betere gewasstand dan de objecten met een basisbemesting KAS of Fertraat. Er was geen duidelijk verschil in gewasstand tussen bijbemesting met Fertraat of bijbemesting met KAS (uitgezonderd op 12 september na de basisbemesting met RDM). Qua gewaskleur waren er geen significante verschillen tussen de bemeste objecten. Enkel bij het nulobject was het gewas duidelijk lichter van kleur.

Tabel 6. **Gewasbeoordeling van de prei (rapportcijfer¹)**

Object	Beoordeling op 12 september				Beoordeling op 21 oktober				
	Gewasstand		Kleur		Gewasstand		Kleur		
A	Nulobject	6,0	a...	6,0	a.	5,8	a.	5,0	a.
B	RDM + KAS	7,2	.bc.	7,0	.b	7,5	.b	7,2	.b
C	RDM + Fertr.	8,0	...d	7,0	.b	7,5	.b	7,2	.b
D	VGM + KAS	7,8	..cd	7,0	.b	7,4	.b	7,0	.b
E	VGM + Fertr.	7,8	..cd	7,0	.b	7,5	.b	6,8	.b
F	Fertr. + KAS	7,0	.b..	7,0	.b	7,0	.b	7,0	.b
G	Fertr. + Fertr.	6,8	.b..	7,0	.b	6,8	.b	7,0	.b
H	KAS + KAS	6,8	.b..	7,0	.b	6,9	.b	6,8	.b
A	Nulobject	6,0	a..	6,0	a.	5,8	a..	5,0	a.
B/C	Basis RDM	7,6	..c	7,0	.b	7,5	..c	7,2	.b
D/E	Basis VGM	7,8	..c	7,0	.b	7,4	..c	6,9	.b
F/G	Basis Fertraat	6,9	.b.	7,0	.b	6,9	.b.	7,0	.b
H	KAS	6,8	.b.	7,0	.b	6,9	.b	6,8	.b

¹ Een hoger cijfer betekent een betere gewasontwikkeling of een donkerdere groene kleur.

3.3 Opbrengst, kwaliteit en maatsortering

De basisbemesting met RDM leidde tot de hoogste marktbaar opbrengst, gevolgd door de basisbemesting met geitenmest (tabel 7). De basisbemesting met Fertraat gaf een vrijwel gelijke opbrengst als de basisbemesting met KAS (geen significant verschil).

Bijbemesting met Fertraat leek na de basisbemesting met VGM en Fertraat een wat lagere opbrengst te geven dan bijbemesting met KAS en na de basisbemesting RDM juist een wat hogere opbrengst, maar deze verschillen waren niet significant.

Naarmate de bruto-opbrengst hoger was, was het percentage bladafval ook iets hoger. De gebruikte meststoffen voor de basis- of bijbemesting hadden (anders dan via opbrengst) geen effect op het percentage bladafval. Het aantal rotte planten bij oogst en aantal planten met schot was miniem in de proef.

Tabel 7. **Opbrengst en kwaliteit van de prei, kleur van het marktbaar product en score voor tripschade**

Object		Opbrengst (ton/ha)				Klasse 1 (%)	Kleur ³	Trips ⁴	
		Bruto ¹		Marktbaar ²					
A	Nulobject	67,5	a...	42,3	a...	91%	a	5,5	a.
B	RDM + KAS	96,0	..cd	55,4	..cd	91%	a	6,5	.b
C	RDM + Fertr.	97,3	...d	56,7	...d	91%	a	6,4	.b
D	VGM + KAS	94,2	..cd	55,0	..cd	93%	a	6,8	.b
E	VGM + Fertr.	88,0	.bc.	52,8	.bcd	95%	a	6,8	.b
F	Fertr. + KAS	89,0	.bcd	52,5	.bcd	93%	a	6,8	.b
G	Fertr. + Fertr.	83,3	.b..	50,6	.b..	91%	a	7,0	.b
H	KAS + KAS	88,3	.bc.	52,4	.bc.	93%	a	7,2	.b

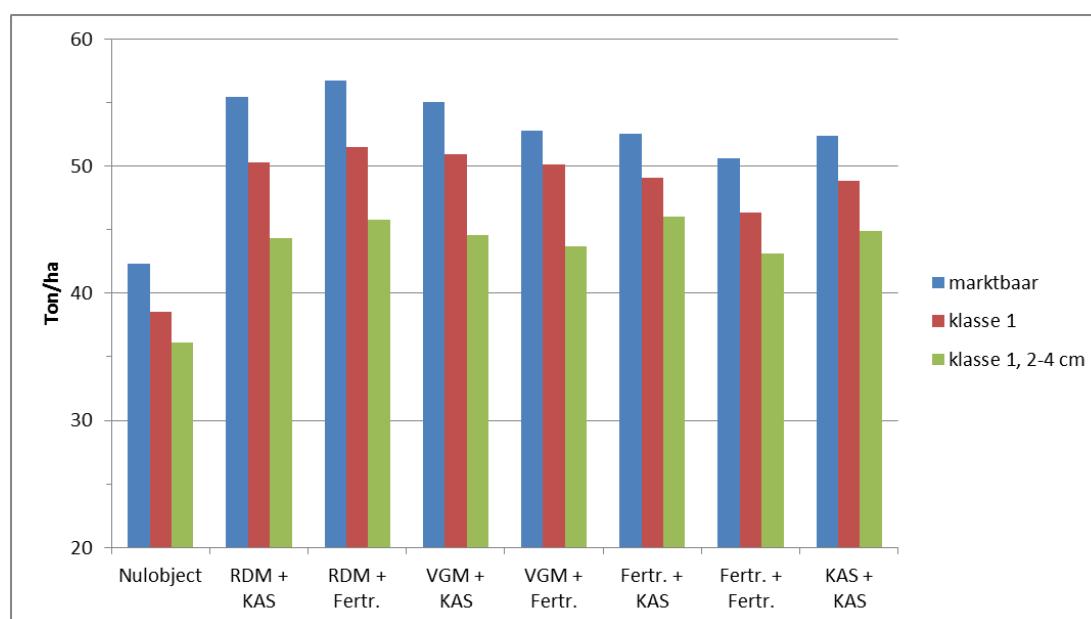
A	Nulobject	67,5	a..	42,3	a..	91%	a	5,8	a..	5,5	a.
B/C	Basis RDM	96,7	..c	56,0	..c	91%	a	6,5	ab.	6,8	.b
D/E	Basis VGM	91,1	.bc	53,9	.bc	94%	a	6,8	.bc	6,8	.b
F/G	Basis Fertraat	86,2	.b.	51,6	.b.	92%	a	6,9	.bc	6,9	.b
H	KAS	88,3	.b.	52,4	.b.	93%	a	7,2	..c	6,8	.b

¹ Totaal van het veld af, ongespoeld

² Totale opbrengst in klasse I, II en III

³ Een hoger cijfer betekent een donkerdere groene kleur van het blad.

⁴ Een hoger cijfer betekent meer zichtbare tripsaantasting.



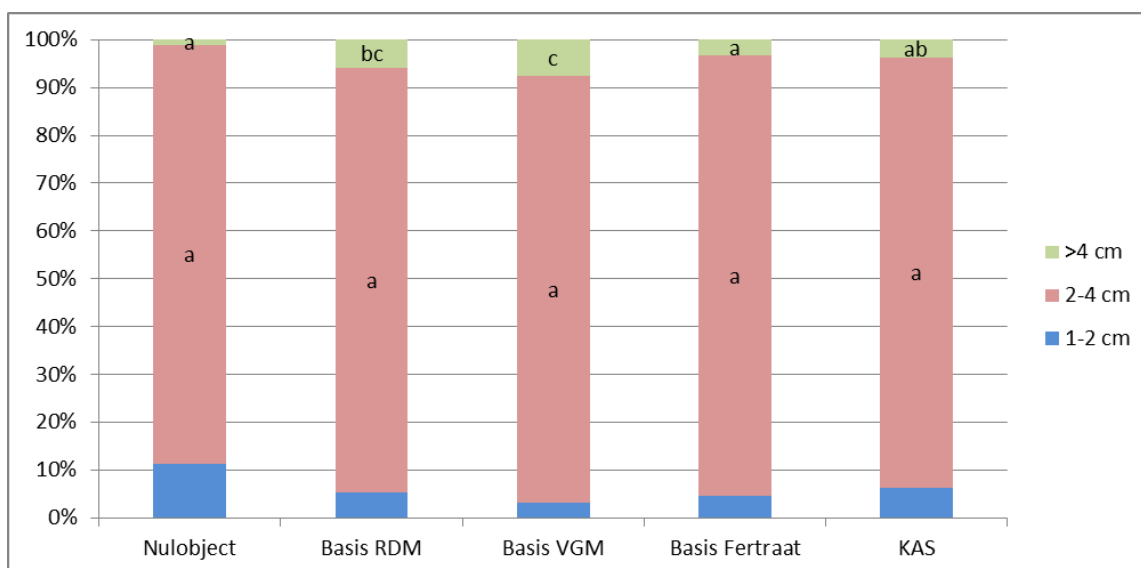
Figuur 1. **Totaal marktbaar opbrengst prei, opbrengst in klasse 1 en in klasse 1 met diameter 2-4 cm**

Er was geen significant effect van de verschillende bemestingen op het percentage prei in klasse 1 (tabel 7). Zelfs bij het nulobject was dit percentage niet significant lager dan bij de bemeste objecten.

Veruit de meeste geogoste planten hadden een diameter van 2-4 cm: gemiddeld 90% in de proef (figuur 2). Het percentage geogoste planten in de maat 2-4 cm verschilde niet significant tussen de objecten. Bij het nulobject waren er iets meer planten in de maat 1-2 cm dan bij de andere objecten en nauwelijks planten >4 cm. Na de basisbemesting met RDM en VGM waren er iets meer geogoste planten met een diameter >4 cm dan na de basisbemesting met Fertraat en KAS. Bijbemesting met Fertraat of met KAS gaf een gelijke maatsortering.

De opbrengst in de klasse 1 met diameter 2-4 cm verschilde niet significant tussen de bemeste objecten: gemiddeld 45 ton per ha (figuur 1). Enkel bij het nulobject was die opbrengst significant lager: 36 ton per ha.

De kleur van het marktbaar product was het donkerste bij het KAS-object en het lichtste bij het nulobject (tabel 7). Bijbemesting met KAS of bijbemesting met Fertraat had geen significant effect op de kleur. Bij het nulobject was iets minder tripsschade zichtbaar dan bij de bemeste objecten (tabel 7). Hierbij moet worden opgemerkt dat bij een lichtere groene kleur tripsschade ook minder opvalt.



Figuur 2. **Procentuele verdeling van het aantal geogoste preiplanten over de sorteermaten 1-2 cm, 2-4 cm en >4 cm**

3.4 Stikstofopname en –benutting en Nmin bodem

Op 26 juli (vlak vóór de eerste bijbemesting) werd na de basisbemesting met RDM een aanmerkelijk hogere bodemvoorraad minerale stikstof in de laag 0-30 cm aangetroffen dan bij de andere objecten (tabel 8).

De opgenomen hoeveelheid stikstof door het preigewas was na basisbemesting met Fertraat lager dan na basisbemesting met RDM en VGM en na bemesting met KAS (tabel 8). Na bijbemesting met Fertraat was de N-opname ook steeds wat lager dan na bijbemesting met KAS, maar dit verschil was niet significant.

De schijnbare stikstofbenutting (ANR) op basis van de totale N-gift was bij alle objecten lager dan bij het KAS-object, maar de verschillen waren niet significant (tabel 8). De afgeleide N-werkingscoëfficiënt (N-w.c.) van de totale N-gift was ook bij alle objecten lager dan bij KAS. Voor Fertraat is een N-w.c. afgeleid van 0,82.

De N-werking van de totale N-gift is opgebouwd uit de N-werking van de meststof die aan de basis is toegediend en die van van de meststof van de bijbemesting:

$$N\text{-}w.c._{(N\text{-}totaal)} * \text{totale N-gift} = N\text{-}w.c._{(meststof\ basis)} * N\text{-}gift\ basis + N\text{-}w.c._{(meststof\ bijbemesting)} * N\text{-}gift\ bijbemesting$$

Als bij de objecten B en D de N-w.c. van de meststof voor bijbemesting (KAS) op 1 wordt gesteld, dan kan de N-w.c. van de basisbemesting met RDM of VGM worden berekend. De N-w.c. van RDM is aldus geschat op 0,86 en die van VGM op 0,73. Beiden verschilden niet significant ten opzichte van KAS.

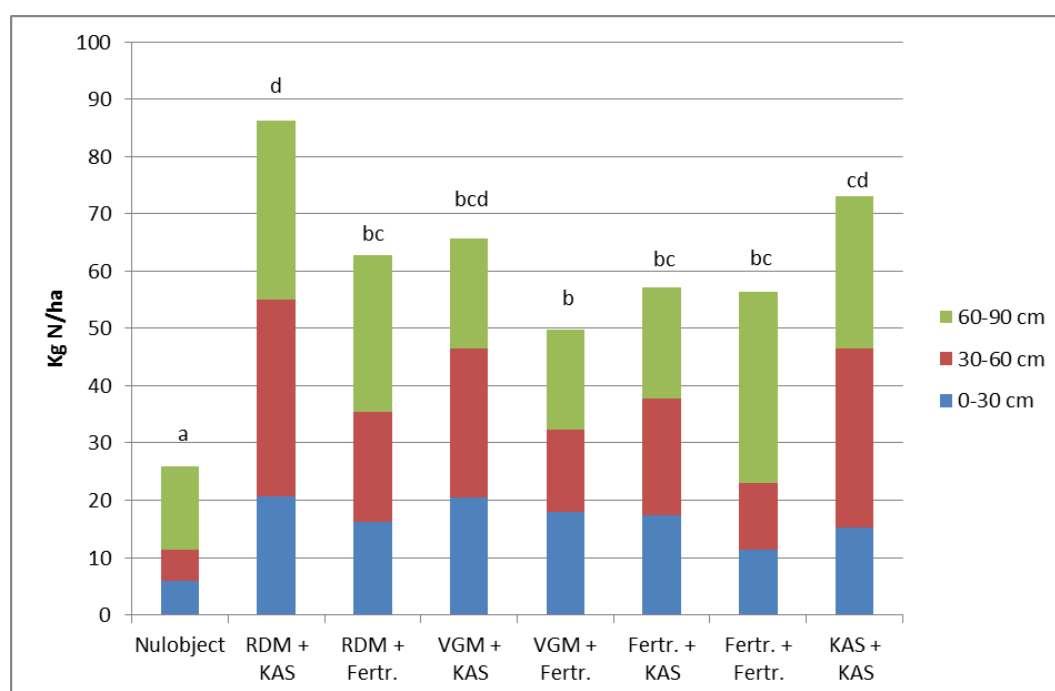
De Nmin na oogst in de laag 0-90 cm was duidelijk het laagste bij het nulobject en het hoogste na basisbemesting met RDM + bijbemesting met KAS en na volledige KAS-bemesting (figuur 3). Na basisbemesting met VGM of Fertraat was de Nmin lager.

Tabel 8. **Nmin op 26 juli (vlak vóór bijbemesting) en stikstofopname van de prei in het bruto-gewas, ANR en N-werking van de totale N-gift ten opzichte van KAS**

Object		Nmin 0-30 cm op 26 juli	N-opname (kg N/ha)	ANR ¹	N-werking totale N-gift
A	Nulobject	-	120 a..	-	-
B	RDM + KAS	-	234 ..c	40% a	0,92 a
C	RDM + Fertr.	-	224 .bc	37% a	0,84 a
D	VGM + KAS	-	233 ..c	40% a	0,91 a
E	VGM + Fertr.	-	210 .bc	32% a	0,73 a
F	Fertr. + KAS	-	212 .bc	39% a	0,90 a
G	Fertr. + Fertr.	-	204 .b.	36% a	0,82 a
H	KAS + KAS	-	223 .bc	44% a	1,00 a

A	Nulobject	32 a.	120 a..
B/C	Basis RDM	76 .b	229 ..c
D/E	Basis VGM	47 a.	221 .bc
F/G	Basis Fertraat	44 a.	208 .b.
H	KAS	53 a.	223 .bc

¹ ANR = schijnbare stikstofbenutting (zie blz. 12)



Figuur 3. **Nmin na oogst in de bodemlaag 0-90 cm**

4 Discussie en conclusies

Van de vergeleken bemestingsstrategieën in deze proef met bemesting binnen de wettelijk normen, leidde een basisbemesting met RDM (plus bijbemesting met KAS of Fertraat) tot een hogere marktbaar opbrengst dan de referentie met volledige KAS-bemesting. De opbrengst bij de strategie met een basisbemesting vaste geitenmest zat er tussenin. In geval van bijbemesting met KAS bovenop de basisgift VGM was de opbrengst even hoog als bij RDM + KAS, maar in geval van VGM + Fertraat was de opbrengst lager. Ook na een basisbemesting met Fertraat gaf bijbemesting met Fertraat een wat lagere opbrengst dan bijbemesting met KAS. Omdat het opbrengstverschil tussen bijbemesting met KAS of met Fertraat niet significant was, kan niet met zekerheid worden gezegd of Fertraat het in de bijbemesting minder goed doet dan KAS. Daarvoor zou het onderzoek moeten worden voortgezet. De basisbemesting met Fertraat + bijbemesting met KAS gaf een even hoge marktbaar opbrengst als de referentie met volledig KAS.

Er waren geen duidelijke kwaliteitsverschillen tussen de objecten (percentage van de opbrengst in klasse 1). Zelfs een laag N-aanbod (het nulobject) had geen duidelijk nadelig effect op de kwaliteit. Dit stemt overeen met de bevinding uit recent meerjarig onderzoek van Van Geel et al. (2009), die in de inleiding van dit rapport is aangegeven. De hoogte van de stikstofgift had in dit eerdere onderzoek vooral effect had op de productie en veelal niet op de kwaliteit. Hoge N-giften hadden zelden positief effect op de kwaliteit, maar leidden eerder tot een lichte afname van percentage in klasse 1. De angst voor kwaliteitsvermindering door lagere N-bemesting lijkt dus ongegrond.

De extra kaliaanvoer uit Fertraat leidde in deze proef niet tot een donkerdere groene kleur van de prei.

De afgeleide stikstofwerking van Fertraat (82%) was lager dan die van KAS (100%), maar het verschil was niet significant. Er kan daarom niet met zekerheid worden gezegd of bij gebruik van Fertraat in prei van een lagere N-werking moet worden uitgegaan. Daarvoor zou het onderzoek moeten worden herhaald. De afgeleide stikstofwerking van RDM (86%) en VGM (73%) was hoog: respectievelijk 26% en 33% boven de forfaitaire waarde. Dat is gunstig, omdat er dan daadwerkelijk meer werkzame stikstof beschikbaar is geweest voor het gewas dan men hoeft mee te tellen in de mineralenboekhouding.

Uit de tabellen 4 en 5 kan worden afgeleid dat met de basisbemesting met de verschillende meststoffen de volgende hoeveelheden minerale en organisch gebonden stikstof voor de teelt in de bodem zijn gebracht:

	N-mineraal (kg N/ha)	N-organisch (kg N/ha)
• Nulobject:	0	0
• RDM:	76	89
• VGM:	22	72
• Fertraat:	93	7
• KAS:	100	0

De N-mineraal is direct beschikbaar. N-organisch komt geleidelijk beschikbaar door mineralisatie uit de organische fractie van de mest.

Het verschil in $N_{min}(0-30\text{ cm})$ op 26 juli na de basisbemesting met Fertraat en KAS ten opzichte van het nulobject bedroeg slechts 21 respectievelijk 12 kg N per ha. De gewasopname in de periode 8 juni tot 26 juli (de eerste zeven weken na planten) is nog niet zo hoog. Op basis een standaard N-opnamecurve die wordt gehanteerd voor het NBS-bodem (Van Dijk & Van Geel, 2010) is geschat dat deze opname ca. 45-50 kg N per ha bedraagt. Ook bij het nulobject heeft N-opname plaatsgevonden. Het verschil in N_{min} bij de basisbemesting Fertraat en KAS ten opzichte van het nulobject is kleiner dan op grond van de N-gift zou mogen worden verwacht. Dit duidt erop dat er stikstof verloren is gegaan uit de bodemlaag 0-30 cm, waarschijnlijk door uitspoeling in de natte zomer.

Na de basisbemesting met VGM was het verschil in N_{min} ten opzichte van het nulobject ook klein (15 kg N per ha), maar hier is vóór de teelt ook maar een kleine hoeveelheid N-mineraal toegediend.

Zowel bij RDM als VGM is een substantiële hoeveelheid N-organisch toegediend. Doordat deze geleidelijk

vrijkomt (slow release) kan niet alle stikstof ineens uitspoelen voordat het gewas het heeft opgenomen. Met name de basisbemesting met vaste geitenmest sluit goed aan bij het N-opnamepatroon van de prei. De eerste zes weken na planten neemt prei nog maar weinig stikstof op. Een hoge Nmin-voorraad in de bodem in die periode vergroot het risico van uitspoeling. In geval van VGM wordt weinig N-mineraal in de bodem gebracht en komt later tijdens de teelt stikstof beschikbaar uit de organische fractie. Aangevuld met de bijbemestingen met minerale stikstof sluit de N-voorziening dan aan bij het opnamepatroon van het gewas. Daardoor wordt geen hoge N-mineraalvoorraad opgebouwd in de bodem en kan er minder uitspoelen. De relatief hoge Nmin (0-30 cm) op 26 juli na basisbemesting met RDM en de hogere Nmin na oogst bij het object 'RDM + KAS' duiden erop dat hier minder minerale stikstof verloren is gegaan en/of er veel stikstof is vrijgekomen uit de rundveedrijfmest. Hiervoor is echter geen goede verklaring gevonden. Door een hogere Nmin na oogst kan er in de herfst en winter meer stikstof uitspoelen of denitrificeren dan bij een lage Nmin.

De relatief hoge stikstofwerking van RDM en VGM is waarschijnlijk een gevolg van minder verlies van de vrijgekomen stikstof uit deze meststoffen en daardoor een betere benutting dan van de stikstof uit KAS. Als de stikstofbenutting uit KAS laag is en die van de vrijgekomen stikstof uit RDM en VGM niet, dan komt de afgeleide N-werking van RDM en VGM ten opzichte van KAS hoger uit dan bij een goede N-benutting uit KAS.

Het resultaat van deze proef is mede beïnvloed door de weersomstandigheden. In een drogere zomer (zonder uitspoelingsverlies) zal het verschil tussen de bemestingsstrategieën anders uitpakken. Door dit jaareffect op de proefresultaten kan pas na meerdere jaren van onderzoek een goed beeld worden verkregen van de prestatie van de verschillende bemestingsstrategieën ten opzichte van elkaar.

Conclusie

In deze proef met een late herfstteelt prei in een natte zomer met bemesting binnen de wettelijke normen gaven strategieën met een basisbemesting rundveedrijfmest of vaste geitenmest een beter teeltresultaat dan strategieën met KAS of Fertraat als basisbemesting.

Extra kaliaanvoer door basis- en/of bijbemesting met Fertraat leidde niet tot een donkerdere groene kleur van de prei.

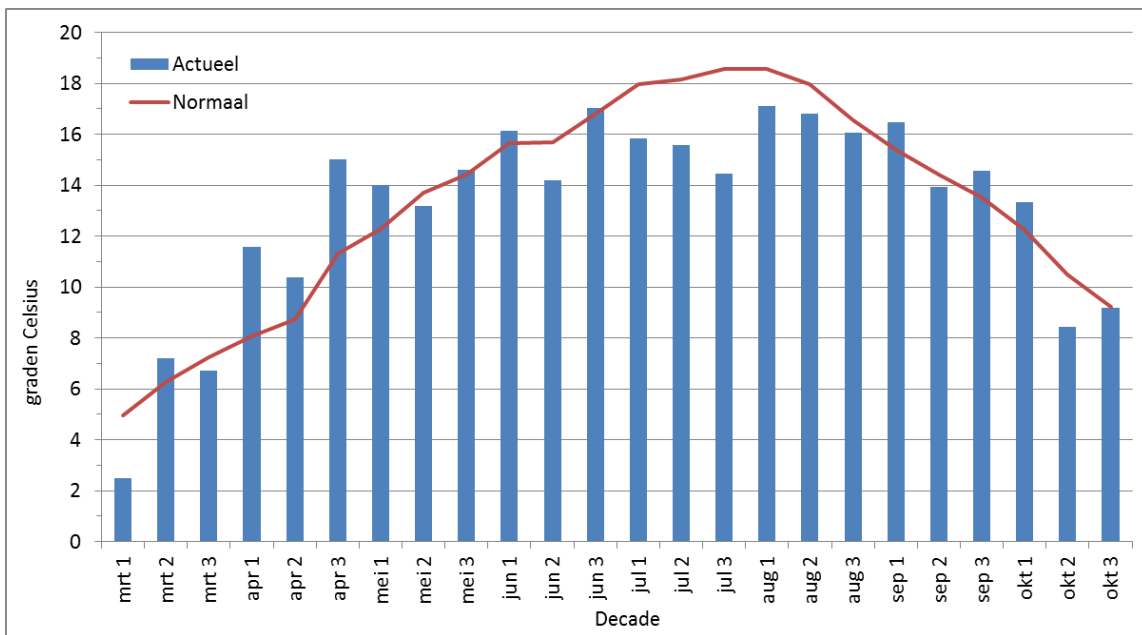
Bij gebruik van Fertraat als kunstmestvervanger voor basis- of bijbemesting kan op basis van deze eenjarige proef nog geen betrouwbare uitspraak worden gedaan over de stikstofwerking van Fertraat in de preiteelt ten opzichte van KAS.

Referenties

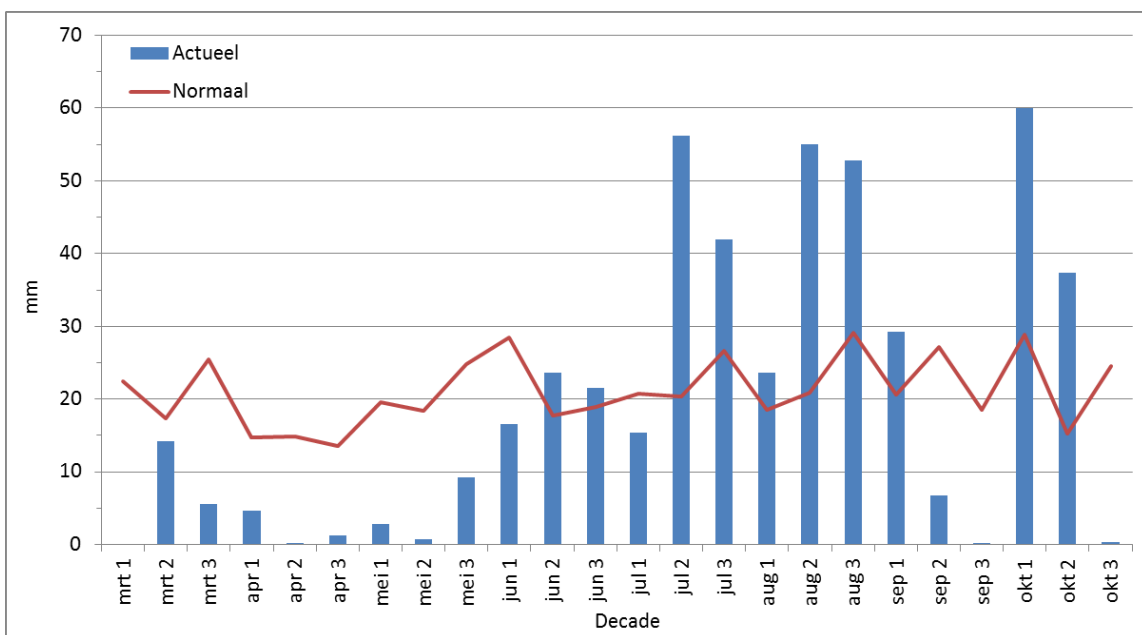
- Dijk, W. van & W. van Geel (2010). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 100 p. + bijlagen. *Alleen elektronisch beschikbaar op de web site Kennisakker (www.kennisakker.nl)*
- Geel, W.C.A. van, J.A.M. Wilms & G.J.H.M. Meuffels (2009). Actualisatie stikstofbehoefte prei. Verslag van stikstoftrappenproeven in prei uitgevoerd op zuidoostelijke zandgrond in 2006-2008. Projectnr. 32 500494 00. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 70 p. + bijlagen.
- Haan, J. de, K van Wijk & J. Wilms (2011). Fertigatie en plantdichtheden in prei. Verslag onderzoek 2008, 2009 en 2010. PPO Nr: 406. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 47 p.
- Kraker, J. de (1993). Teelt van prei. Teelthandleiding nr. 56. PAGV, Lelystad, 112 p.

Bijlage 1. Weersgegevens Vredepeel

In de onderstaande figuren zijn de gemiddelde dagtemperatuur en neerslagsom te Vredepeel per decade weergegeven. Decade 1 = dag 1 t/m 10, decade 2 = dag 11 t/m 20 en decade3 = dag 21 t/m 30 of 31. In de figuren is tevens de normale temperatuur en normale hoeveelheid neerslag weergegeven. Dit betreft het gemiddelde van de jaren 1981-2010 (de normaalperiode). De normalen zijn genomen van de dichtstbijzijnde meetpunten van het KNMI. Voor de neerslag betrof dit IJsselsteyn en voor de temperatuur is het gemiddelde genomen van Volkel en Arcen.



Figuur 1-1. Gemiddelde dagtemperatuur per decade te Vredepeel (maart t/m oktober 2011)



Figuur 1-2. Neerslag per decade te Vredepeel (maart t/m oktober 2011)

