

Stikstofbemesting met Pulstec in een late herfstteelt bloemkool op zandgrond

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

© 2009 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:

Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

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



**landbouw, natuur en
voedselkwaliteit**

Projectnummer: 32 50121800

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector akkerbouw, groene ruimte en vollegrondsgroententeelt

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

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	7
2 OPZET EN UITVOERING VAN DE PROEF	9
2.1 Proefopzet	9
2.2 Uitvoering	9
3 RESULTATEN	13
3.1 Weersomstandigheden en gewasontwikkeling	13
3.2 Oogstpercentage en vroegheid	14
3.3 Drogestofproductie en stikstofopname	17
4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	19
REFERENTIES	21
BIJLAGE 1. NEERSLAGGEGEVENS 2008 VREDEPEEL	22
APPENDIX. RELATIE TUSSEN INDRINGINGSDIEPTE VAN DE MESTSTOF BIJ PULSTEC EN INDRINGINGSWEERSTAND VAN DE BODEM	23

Samenvatting

Het telen van vollegrondsgroenten met een goede opbrengst en kwaliteit bij een zo laag mogelijk stikstofverlies vraagt om een efficiënt gebruik van meststoffen. Dit geldt in het bijzonder voor uitspoelingsgevoelige teelten op zandgrond. Telers hebben daarom bemestingsmethoden nodig waarbij van de nutriënten uit meststoffen een zo hoog mogelijk percentage door het gewas wordt benut.

In 2008 is op proefboerderij Vredepeel (zuidoostelijk zand) in een proef met een late herfstteelt bloemkool nagegaan of plaatsing van een eenmalige stikstofgift bij elke plant met behulp van de Pulstec-methode tot een betere stikstofbenutting zou kunnen leiden dan een gedeelde stikstofgift met KAS (ammoniumnitraat). Bij de deling met KAS is 2/3 van de stikstofgift bij de start gestrooid en 1/3 vijf weken na planten. Bij Pulstec wordt een vloeibare meststof met een spuitlans plaatsgericht onder hoge druk (75-150 bar) van bovenaf in de grond geschoten. Bij de toepassing van Pulstec zijn tevens twee meststoffen vergeleken: de Cultan-meststof (een oplossing van ureum en ammoniumsulfaat) en vloeibaar ammoniumnitraat. Bij alle bemestingsmethoden/meststoffen zijn twee N-giften gehanteerd: de stikstofgebruiksnorm voor bloemkool op zand (220 kg N/ha) en 70% van deze norm (154 kg N/ha). Verder is in de proef bij Pulstec gekeken naar het effect van afstand van toediening vanaf de plantenrij en de diepte van toediening. De proef is uitgevoerd na de teelt van zomergerst om een stikstofarme uitgangssituatie te creëren, waardoor verschillen tussen de bemestingsmethoden duidelijk tot uiting konden komen.

Plaatsing van stikstof vlakbij de bloemkoolplanten met behulp van Pulstec leidde in deze proef niet tot een duidelijk betere of uniformere gewasontwikkeling dan een gedeelde stikstofbemesting met strooien van KAS. Wel leidde het tot enige verlating van de oogst en tot een lager oogstpercentage. Het leidde ook niet tot een hogere stikstofbenutting, maar wel tot een lagere stikstofafvoer van het veld en een hoger stikstofoverschot.

Pulstec met Cultan leidde tot een hoger oogstpercentage dan Pulstec met vloeibaar ammoniumnitraat.

Bij de bemesting met Pulstec had een wisselende afstand van plaatsing van de meststof ten opzichte van de plantenrijen (variërend van vlak naast de planten tot 25-30 cm ernaast) niet of weinig invloed op de gewasstand en -uniformiteit en op het oogstpercentage ten opzichte van een meer gelijkmatige afstand van plaatsing van rond de 10 cm. Een iets diepere plaatsing van de meststof (ca. 15 cm) gaf een vrijwel gelijke gewasontwikkeling dan plaatsing op 10 cm diepte en gaf geen hoger oogstpercentage. Afstand en diepte van toediening lijken binnen de in de proef gehanteerde ranges niet kritisch te zijn.

Bij de N-gift van 220 kg N/ha was het gewas forser ontwikkeld dan bij de N-gift van 154 kg N/ha, was de bloemkool iets vroeger oogstrijp en was het oogstpercentage hoger.

1 Inleiding

Het telen van vollegrondsgroenten met een goede opbrengst en kwaliteit bij een zo laag mogelijk stikstofverlies vraagt om een efficiënt gebruik van meststoffen. Dit geldt in het bijzonder voor uitspoelingsgevoelige teelten op zandgrond. Telers hebben daarom bemestingsmethoden nodig waarbij van de nutriënten uit meststoffen een zo hoog mogelijk percentage door het gewas wordt benut.

Methoden om de benutting van stikstof te verhogen en het verlies te beperken zijn:

- deling van de stikstofgift en gebruik van stikstofbijmestsystemen, waarmee beter kan worden ingespeeld op de actuele groeiomstandigheden, met name mineralisatie en uitspoeling;
- een goede plaatsing (rijen- of plantbemesting) van stikstof al dan niet in combinatie met fosfaat;
- het gebruik van minder-uitspoelingsgevoelige meststoffen.

Plaatsing van stikstof biedt met name perspectief op arme gronden, bij gewassen met een beperkt wortelstelsel, bij teelt op ruime rijenafstand en/of bij lage meststofhoeveelheden. Het kan de benutting door het gewas van de gegeven kunstmest verhogen, waardoor de gift omlaag kan met behoud van opbrengst en kwaliteit. De benutting is hoger door vermindering van verliezen via vervluchtiging/ denitrificatie, uitspoeling, fixatie, adsorptie en door een verhoging van de nutriëntenaanvoer naar de wortels (Van Erp & Titulaer, 1992).

Bloemkool en broccoli zijn gewassen die op ruime rijenafstand wordt geteeld. In deze teelten zou plaatsing van stikstof naar verwachting tot een betere benutting kunnen leiden en de begingroei stimuleren. Eerder uitgevoerd onderzoek naar stikstofrijenbemesting in bloemkool en broccoli liet niettemin wisselende resultaten zijn. In proeven met late zomerteelten en vroege herfstteelten bloemkool op sterk mineraliserende kleigronden leidde stikstofrijenbemesting niet tot een betere stikstofbenutting, noch tot een hogere opbrengst en kwaliteit (Everaarts & De Moel, 1995). In een proef op een minder stikstofrijke grond te Lelystad, leek rijenbemesting wel een wat betere benutting te geven. In proeven met zomerteelten broccoli op kleigrond te Lelystad gaf stikstofrijenbemesting wel overwegend een betere benutting en meermalen een hogere opbrengst (Everaarts et al., 1996). In een late herfstteelt bloemkool op zuidoostelijke zandgrond in 2007 gaf stikstofrijenbemesting een betere begingroei, maar schoot aan het eind van de teelt tekort (Van Geel & Wilms, 2008). De gewasontwikkeling bleef achter en de rijentoepping leek de oogst wat te verlaten, maar het leidde niet tot een lager totaal oogstpercentage. Het leidde ook niet tot een hogere stikstofbenutting dan de praktijkreferentie: breedwerpige N-bemesting met gedeelde gift. In Belgisch onderzoek werden in de vroege bloemkoolteelt op zandgrond goede resultaten geboekt met geconcentreerde plaatsing van Entec, die deels als rijenbemesting en deels als bandbemesting werd toegediend (De Rooster, 2005; De Rooster & Spiessens, 2003; De Rooster, 2003). De meststofband lag daarbij op het midden van de plantenrijen. Enkel rijenbemesting kan in de vroege bloemkoolteelt een tekort kan geven tijdens de begingroei (o.a. De Rooster, 2006). Deze bemestingsstrategie gaf een hoger oogstpercentage in klasse 1 dan breedwerpige bemesting met KAS. Ook kon 20% op de gift worden bespaard, uitgezonderd bij de vroegste rassen.

Behalve tussen de rijen staan de bloemkoolplanten ook in de rij vrij ver uit elkaar (50-60 cm). Het bedrijf Agritechnics in Doetinchem heeft de Pulstec-techniek ontwikkeld waarmee de meststof geconcentreerd bij elke plant kan worden geplaatst. Dat is een nog gerichtere plaatsing dan rijenbemesting.

Bij Pulstec wordt een vloeibare meststof met een spuitlans plaatsgericht onder hoge druk (75-150 bar) van bovenaf in de grond geschoten middels korte, snel opeenvolgende pulsjes (zie figuur 1). Met Pulstec is een precieze plaatsing mogelijk en er treedt vrijwel geen grondverstoring op in tegenstelling tot rijenbemesting met kouters. Plantmachines kunnen met deze techniek worden uitgerust, waardoor planten en bemesten in één werkgang plaatsvinden.

In de voornoemde bloemkoolproef op zand in 2007 is naast rijenbemesting Pulstec-bemesting uitgeprobeerd om het functioneren van deze nieuwe techniek te testen. De meststof werd daarbij in een aparte werkgang toegediend na het planten. Technisch gezien bleek het goed mogelijk om een vloeibare meststof toe te dienen met Pulstec. Echter, omdat de machine voor toediening niet op tijd klaar was, vond de toediening iets te laat plaats en kon de meststof ook niet meer dicht bij de planten worden geplaatst,

omdat ze hiervoor al te brede bladeren hadden ontwikkeld. Het gewas liep hierdoor een groeiachterstand op die niet meer werd ingehaald. De beproeving van Pulstec was daarom slechts ten dele geslaagd.

In 2008 is op proefboerderij Vredepeel (zuidoostelijk zand) een proef aangelegd in een late herfstteelt bloemkool waarin de Pulstec-methode uitgebreider is beproefd dan in de proef van 2007. Een vraag daarbij was ook welke vloeibare stikstofmeststof het beste zou voldoen in de herfstteelt op zandgrond. Vanwege het hogere risico op uitspoeling in de herfst dan in de zomer valt te denken aan de Cultan-meststof (veelal een oplossing van ureum en ammoniumsulfaat). Doordat de ammoniummeststof zeer geconcentreerd in de grond wordt gebracht, wordt de omzetting van ammonium naar nitraat vertraagd (nitrificatieremming). Ammonium spoelt minder gemakkelijk uit dan nitraat. Om de nitrificatieremming zo lang mogelijk in stand te houden in de bodem (met name voor lange teelten zoals prei), wordt aan de meststof vaak nog een extra nitrificatieremmer toegevoegd. Andere mogelijk geschikte vloeibare stikstofmeststoffen voor Pulstec zijn onder andere urean of vloeibaar ammoniumnitraat. Een andere vraag was wat een optimale toedieningsafstand en –diepte van de meststof is.

In hoofdstuk 2 wordt de opzet en uitvoering van de proef beschreven. In hoofdstuk 3 worden de resultaten weergegeven en in hoofdstuk 4 worden deze bediscussieerd.

Los van de bloemkoolproef is in een ander onderzoek oriënterend gekeken bij Pulstec naar de relatie tussen indringingsdiepte in de bodem van de vloeibare meststof en indringingsweerstand van de bodem. Bij een hogere indringingsweerstand moet de meststof onder hogere druk in de grond worden gespoot om eenzelfde diepte te behalen als bij een lagere indringingsweerstand. Als die relatie met een rekenkundig verband kan worden beschreven, kan eenvoudig door vooraf de indringingsweerstand op een perceel te meten, de werkdruk worden bepaald om de gewenste diepte te behalen. Van dit onderzoek is geen afzonderlijk verslag geschreven. De (voorlopige) bevindingen zijn als appendix achterin dit rapport opgenomen.



Figuur 1. **Bemesting van de bloemkool met Pulstec**

2 Opzet en uitvoering van de proef

2.1 Proefopzet

De proef is aangelegd op zuidoostelijke zandgrond, op proefboerderij Vredepeel, na de teelt van zomergerst om een stikstofarme uitgangssituatie te creëren, waardoor verschillen tussen de bemestingsmethoden duidelijk tot uiting kunnen komen. Gerst laat weinig stikstof na in de bodem. Bij een ruime Nmin-voorraad voor de teelt is de gewasreactie op een aanvullende stikstofgift kleiner en zullen de eventuele verschillen tussen de methoden minder sterk tot uiting komen.

In de proef is bemesting met de Pulstec-methode vergeleken met de meest gangbare bemesting in bloemkool op zuidoostelijk zand: een gedeelde stikstofgift met een snelwerkende (uitspoelingsgevoelige) meststof die wordt verstrooid. In de proef is hiervoor KAS (ammoniumnitraat) gebruikt. Bij Pulstec zijn tevens twee meststoffen vergeleken: de Cultan-meststof (een ureum-ammoniumsulfaatoplossing) en vloeibaar ammoniumnitraat. Bij alle drie de methoden zijn twee N-giften gehanteerd: de stikstofgebruiksnorm voor bloemkool op zand (220 kg N/ha) en 70% van deze norm (154 kg N/ha). Verder is bij de toepassing van Pulstec met de Cultan-meststof à 220 kg N/ha een variant in de proef opgenomen met plaatsing op grotere afstand vanaf het hart van de plantenrij en een variant met plaatsing dieper in de grond.

Tot slot is ook een nulobject opgenomen (geen N-bemesting) om een beeld te krijgen van de N-levering vanuit de bodem. Tabel 1 geeft een overzicht van de proefobjecten. De proef is aangelegd als volledig gewarde blokkenproef in vier herhalingen.

Tabel 1. **Proefobjecten**

Objectcode	Bemestingsmethode	N-gift (kg N/ha)	Afstand vanaf midden plantenrij	Diepte
A. Nulobject	onbehandeld (geen N-bemesting)	0	n.v.t.	n.v.t.
B. KAS 220N	KAS strooien + deling van de gift: 2/3 aan de basis + 1/3 vijf weken na planten	220	n.v.t.	n.v.t.
C. KAS 154N	KAS strooien + deling van de gift: 2/3 aan de basis + 1/3 vijf weken na planten	154	n.v.t.	n.v.t.
D. Pulstec Cultan 220N	Pulstec met Cultan-meststof	220	±10 cm	±10 cm
E. Pulstec Cultan 154N	Pulstec met Cultan-meststof	154	±10 cm	±10 cm
F. Pulstec vlb. AN 220N	Pulstec met vlb. ammoniumnitraat	220	±10 cm	±10 cm
G. Pulstec vlb. AN 154N	Pulstec met vlb. ammoniumnitraat	154	±10 cm	±10 cm
H. Pulstec Cultan Afstanden	Pulstec met Cultan-meststof	220	±3-30 cm	±10 cm
I. Pulstec Cultan Dieper	Pulstec met Cultan-meststof	220	±10 cm	±15 cm

2.2 Uitvoering

In tabel 2 zijn de bodemvruchtbaarheidsgegevens van het proefveld weergegeven (analyse door Blgg, Oosterbeek) en in tabel 3 de gegevens van de proefuitvoering.

Omdat er nog geen plantmachine was waar de Pulstec-apparatuur is opgebouwd, is de bemesting met Pulstec in een aparte werkgang uitgevoerd na het planten van de bloemkool. Het lukte daardoor niet om de afstand tot de plantenrij precies gelijk te houden. De afstand fluctueerde van ca. 5 tot 15 cm vanaf het midden van de rijen.

Bij het object 'Pulstec Afstand' was het eigenlijk de bedoeling om de meststof 15 cm naast de rij toe te dienen. Dit object werd als eerste bemest. Het lukt aanvankelijk zeer slecht om de afstand van plaatsing

constant te houden, waardoor bij dit object de afstand per rij fluctueerde van ca. 10 tot 20 cm. Soms was de afstand nog groter (25-30 cm) en soms ook werd de meststof bijna op het kluitplantje gespoten (slechts enkele centimeters vanaf het midden van de rij). De aanleg van het object 'Pulstec Afstand' verliep daardoor niet volgens het proefplan, maar niettemin was binnen de proefveldjes per plantenrij wel een range gecreëerd met verschillende afstanden van toediening, welke zich er goed voor leende om het effect van de verschillende toedieningsafstanden op de gewasontwikkeling en gewasuniformiteit te beoordelen. Door meermalen opnieuw afstellen van de apparatuur en uitproberen kon de fluctuatie bij de overige objecten worden beperkt.

Om een spuitdiepte van 10 cm te behalen is met een druk van 75 bar gewerkt en om ca. 15 cm diepte te behalen met 150 bar.

De eerste stikstofgift met KAS is ook na het planten gestrooid op dezelfde dag als de bemesting met Pulstec. De twee gift met KAS is vijf weken later tussen de plantenrijen gestrooid.

Tabel 2. **Bodemvruchtbaarheidsgegevens proefveld 0-25 cm (20 november 2007) volgens Blgg**

Parameter	Meetwaarde	Waardering (Blgg)
Organische stof (%)	3,2%	vrij laag
pH-KCl	5,4	goed
P-PAE (mg P/kg)	2,6	goed/vrij hoog
Pw (gemeten)	48	vrij hoog
P-Al	110	hoog
K-getal (berekend uit K-PAE)	11	vrij laag
Magnesium (mg Mg/kg)	90	vrij hoog
Borium (µg B/kg)	93	laag

Tabel 3. **Gegevens proefuitvoering**

Voorvrucht 2008:	zomergerst
Basisbemesting:	660 kg/ha patentkali (198 kg K ₂ O, 66 kg MgO en 111 kg S per ha) volvelds gestrooid op 29 juli
Grondbewerking:	spitten tot 25 cm diepte op 29 juli
Nmin-voorraad:	gemeten op 30 juli met de nitracheck: 25 kg N/ha in 0-30 cm en 8 kg N/ha in 30-60 cm
Teeltperiode bloemkool	late herfstteelt
Planttijdstip:	31 juli
Plantverband:	75 cm rijenafstand en 60 cm afstand in de rij
Ras:	Fremont
Stikstofbemesting	1 ^e N-gift KAS en gehele N-gift bij de Pulstec-objecten op 4 augustus 2 ^e N-gift met KAS op 8 september
Berekening:	geen
Gewasverzorging:	volgens praktijk aanaarden op 1 september om plantuitval door zwartpoot (<i>Rhizoctonia</i> -aantasting) te voorkomen
Oogst:	op 12, 18 en 25 november en 4 december
Veldjesgrootte	bruto: 6 m x 7,5 m (8 rijen van 12 kolen) netto: 4,5 m x 5,4 m (6 rijen van 9 kolen)

Na de oogst van de gerst is 100 kg KAS per ha (27 kg N/ha) op de gerstestoppel gestrooid om stikstofvastlegging door de vertering van de stoppels en wortels te compenseren en een mogelijke versturende invloed hiervan in de proef tegen te gaan.

De Cultan-meststof bevat ook zwavel en de andere twee meststoffen niet. Voorafgaand aan de proef is patentkali gestrooid, waarmee tevens een overmaat aan zwavel is aangevoerd, om ervoor te zorgen dat het gewas bij alle objecten over voldoende zwavel kon beschikken.

In de proef zijn de volgende waarnemingen en metingen gedaan:

- beoordeling verschillen in gewasontwikkeling gedurende het groeiseizoen
- beoordeling van de stand, kleur en uniformiteit van het gewas kort voor aanvang van de oogst;
- percentage weggevallen planten;

- percentage oogstbare planten per oogstmoment en totaal oogstpercentage;
- bovengrondse drogestofproductie;
- stikstofopname in het marktbaar product en totale stikstofopname in de bovengrondse delen.

De bloemkool is in de periode 12 november t/m 4 december geoogst. Er zijn vier oogstmomenten aangehouden. De bloemkolen zijn gesneden zodra ze vermarktbaar waren voor kwaliteitsklasse I in de maat 'zessen' (waarbij er zes kolen in een veilingkist passen). Indien de kolen daarvoor te klein bleven, zijn ze gesneden als 'achten'.

Door nachtvorsten in de tweede week van december bevroren de bloemkolen die toen nog op het veld stonden. Op 15 december zijn de kolen geteld die vermarktbaar zouden zijn geweest, als ze niet waren bevroren.

Voor het bepalen van de drogestofproductie en de stikstofopname zijn op alle vier de oogstmomenten de geoogste kolen gewogen om de kilogramopbrengst aan oogstproduct vast te stellen. Verder zijn per oogstmoment van vijf geoogste planten de stronk en het blad gewogen (of van minder planten indien er minder waren geoogst). Door het gemiddeld stronk- en bladgewicht per plant te vermenigvuldigen met het aantal geoogste planten, is de kilogramopbrengst aan stronk en blad per oogstmoment bepaald.

Van vijf op 18 november geoogste planten zijn de drogestofgehalten en N-gehalten gemeten in het koolwit, het omblad van de geoogste kool, de stronk en het overig blad aan de stronk. Tevens is de verhouding tussen koolwit en koolomblad vastgesteld. Met deze cijfers is de bovengrondse drogestofproductie berekend, de stikstofopname en de stikstofafvoer met het geoogste product.

De bedoeling was om ook het gewicht van de niet-geoogste planten vast te stellen, maar na bevroering in de tweede week van december was geen betrouwbare meting hiervan meer mogelijk. Daarom is de kilogramopbrengst van deze planten geschat op basis van het getelde aantal 'zessen' en 'achten' op 15 december, de grootte van deze kolen, de koolgewichten en de gemiddelde gewichtsverhouding tussen kool, stronk en blad bij de voorgaande oogst en verder voor het aantal niet-toegekomen kolen op basis van gewichten die in een proef in 2007 met een herfststeelt bloemkool op zuidoostelijke zandgrond zijn vastgesteld.

Verder is de zogenoemde schijnbare stikstofbenutting berekend, hierna aangeduid als ANR (apparent nitrogen recovery), als:
$$\frac{N\text{-opname bemest object bij oogst} - N\text{-opname nulobject bij oogst}}{N\text{-gift bemest object}}$$

Ook is de stikstofafvoer van het veld met het geoogste product berekend en het stikstofoverschot: totale N-gift minus N-afvoer.

De resultaten zijn statistisch geanalyseerd met behulp van het softwarepakket Genstat. Daarbij is een variatieanalyse uitgevoerd en een tweezijdige t-toets. In de analyse is onderscheid gemaakt naar de toedieningsmethode (gedeelde, gestrooide gift versus Pulstec), gebruikte meststof bij Pulstec, hoogte van de stikstofgift en toedieningsdiepte en -afstand bij Pulstec met Cultan bij de hoge N-gift.

3 Resultaten

3.1 Weersomstandigheden en gewasontwikkeling

De maand augustus was nat en somber. September en oktober waren zonnig en hadden een normale temperatuur en normale hoeveelheid neerslag voor de tijd van het jaar. November was zacht, iets warmer dan normaal en droger dan normaal. De eerste helft van december was kouder en droger dan normaal met nachtvorsten in de tweede week van december. In bijlage 1 zijn de neerslagcijfers per maand weergegeven. In de nacht van 2 op 3 augustus viel er een forse hoeveelheid neerslag (33 mm). Er was toen nog geen stikstof toegediend. De bedoeling was om dat 3 augustus te doen, maar vanwege de natheid is dat een dag uitgesteld. Verder viel er een forse hoeveelheid neerslag op één dag op 12 september (29 mm), 5 oktober (15 mm) en 26 oktober (19 mm).

In de eerste weken na planten ontwikkelde het gewas zich aanvankelijk traag. Er trad ook enige plantwegval op als gevolg van aantasting door zwartpoot (*Rhizoctonia*). Het gewas was laat oogstrijp.

Tabel 4. **Beoordeling gewasstand op 12 november (rapportcijfer)**

Per object

Objectcode	Stand	Uniformiteit
A. Nulobject	4,3	6,3
B. KAS 220N	7,5	7,3
C. KAS 154N	7,3	7,3
D. Pulstec Cultan 220N	7,3	7,0
E. Pulstec Cultan 154N	6,8	6,8
F. Pulstec vlb. AN 220N	8,0	7,8
G. Pulstec vlb. AN 154N	7,5	7,3
H. Pulstec Cultan Afstanden	6,8	6,8
I. Pulstec Cultan Dieper	7,5	7,0
<i>Lsd¹ (p≤0,05)</i>	<i>0,7</i>	<i>0,8</i>

Per methode/meststof, gemiddelde over de twee N-trappen

Methode	Stand	Uniformiteit
B+C. KAS	7,4	7,3
D+E. Pulstec Cultan	7,0	6,9
F+G. Pulstec vlb. AN	7,6	7,5
<i>Lsd (p≤0,05)</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>

Per N-trap, gemiddelde over de methoden

N-gift	Stand	Uniformiteit
B+D+F. 220 kg N/ha	7,6	7,3
C+E+G. 154 kg N/ha	7,2	7,1
<i>Lsd (p≤0,05)</i>	<i>0,4</i>	<i>0,4</i>

¹ LSD = kleinste, betrouwbare verschil. Als het verschil tussen twee objecten groter is dan de lsd-waarde, kan normaliter worden aangenomen dat het een gevolg is van de verschillende behandelingen c.q. een significant verschil is. Als het verschil tussen twee objecten kleiner is dan de lsd-waarde, is onvoldoende duidelijk of het verschil een gevolg is van de verschillende behandelingen of een gevolg van de variatie die in een perceel aanwezig is.

Er traden tijdens het groeiseizoen geen grote, zichtbare verschillen op tussen de bemeste objecten in gewasgroei- en ontwikkeling en kleur van het gewas. Bij het nulobject bleef het gewas duidelijk achter in groei en was het blad duidelijk lichter groen van kleur. Bij de hoge N-gift (220 kg N/ha) was de (blad)ontwikkeling forser en de kleur donkerder groen dan bij de lage N-gift (154 kg N/ha). Vlak voor aanvang van de oogst zijn de gewasstand, kleur en uniformiteit op het veld beoordeeld. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 4. De gewasstand en -uniformiteit werden bij Pulstec Cultan als iets minder goed beoordeeld dan bij Pulstec met ammoniumnitraat. Tussen Pulstec met ammoniumnitraat en de gedeelde bemesting met KAS was er geen significant verschil in stand en uniformiteit. Bij de hoge N-gift werd de gewasstand als beter beoordeeld dan bij de lage N-gift. Ook leek de gewasstand bij de hoge N-gift iets uniformer dan bij de lage N-gift (verschil niet significant). Het verschil in gewasstand en -uniformiteit tussen de hoge en lage N-gift leek bij de gedeelde bemesting met KAS kleiner te zijn dan bij de bemesting met Pulstec. Qua uniformiteit was er bij de gedeelde bemesting met KAS zelfs geen verschil tussen de hoge en lage N-gift. Echter, dit interactie-effect tussen bemestingsmethode/meststof en hoogte van de N-gift was niet significant.

Het Pulstec-object met de wisselende afstand van plaatsing van de meststof ten opzichte van de plantenrijen (object H) toonde een iets slechtere stand dan hetzelfde bemeste object met plaatsingsafstand 10 cm (object D), maar het verschil was niet significant. De uniformiteit van gewas verschilde ook niet significant en was vrijwel gelijk. Er is geen groeiremming of anderszins gewasschade geconstateerd bij de plantenrijen waar de meststof zeer dicht langs de plantjes werd gespoten. Het Pulstec-object met de diepere plaatsing van de meststof (object I) toonde een vrijwel gelijke stand (geen significant verschil) en gelijke uniformiteit als object D.

Tijdens de groeiperiode viel gemiddeld 4% van de planten weg in de nettoveldjes. Zowel de bemestingsmethode en meststof als de hoogte van de stikstofgift hadden geen significant effect op de plantwegval.

3.2 Oogstpercentage en vroegheid

In tabel 5 en in figuur 2 is het totaal percentage geogste bloemkolen weergegeven. Het percentage is uitgedrukt t.o.v. het aantal planten op het veld dat bij oogst nog aanwezig was (dus exclusief de weggevallen planten). Het betrof alle kolen in de kwaliteitsklasse 1.

Bij de gedeelde bemesting met KAS was de bloemkool wat vroeger oogstrijp dan bij de bemesting met Pulstec. Gemiddeld over de oogstperiode is een vroegheidsverschil berekend van drie à vier dagen. Aanvankelijk was er geen significant verschil tussen Pulstec Cultan en Pulstec met ammoniumnitraat, maar aan het eind van de oogstperiode (op 4 december) bleef het oogstpercentage bij Pulstec met ammoniumnitraat wat achter en was toen significant lager dan bij Pulstec Cultan.

Bij de N-gift van 220 kg N/ha was de bloemkool iets vroeger oogstrijp dan bij de gift van 154 kg N/ha. Gemiddeld over de oogstperiode bedroeg het vroegheidsverschil twee dagen. Er was geen significant interactie-effect tussen bemestingsmethode/meststof en N-gift.

Er was geen duidelijk verschil in vroegheid tussen het Pulstec-object met de wisselende afstand van plaatsing van de meststof (object H) of het Pulstec-object met de diepere plaatsing (object I) ten opzichte van object D. Op 4 december was het oogstpercentage bij H en I wat lager dan bij D, maar dit verschil was niet significant.

In deze proef kwam het belang van vroegheid in de late herfstteelt bloemkool duidelijk naar voren. Als de kolen langer op het veld blijven staan, neemt het risico van vorstschade toe. Indien er in de tweede week van december geen vorstschade was opgetreden en op 15 december de vermarktbaar kolen hadden kunnen worden geogst, waren er uiteindelijk geringe, niet-significante verschillen geweest in oogstpercentage tussen de verschillende bemeste objecten. Nu (op 4 december) waren die er wel.

Qua koolgrootte werden bij de bemeste objecten vrijwel allemaal 'zessen' geogst. Enkel op 25 november (3^e oogstmoment) zijn er in sommige bemeste veldjes enkele 'achten' geogst. Als er op 15 december nog kolen hadden kunnen worden geogst, waren dit merendeels 'achten' geweest. Bij het nulobject zijn gedurende de oogstperiode 'zessen' en 'achten' geogst.

Het totaal percentage 'achten' (inclusief de beoordeling op 15 december) bedroeg 73% bij het nulobject, 9% bij de N-gift van 154 kg N/ha (gemiddeld over de objecten C, E en G) en 3% bij de N-gift van 220 kg N/ha (gemiddeld over de objecten B, D en F). Het verschil tussen de lage en hoge N-gift was bijna significant ($p=0,06$). De bemestingsmethode/meststof had geen significant effect op het percentage 'achten' en ook was er geen significant interactie-effect tussen bemestingsmethode/meststof en hoogte van de N-gift. Bij het Pulstec-object met de wisselende afstand van plaatsing van de meststof ten opzichte van de plantenrijen (object H) bedroeg het percentage 'achten' 8% en bij het object met diepere plaatsing (object I) 6%. Dat was iets hoger dan bij object D (2%), doch de verschillen waren niet significant.

Het gemiddeld gewicht van de geoogste kolen (t/m 4 december) was bij de bemesting met Pulstec Cultan significant lager dan bij Pulstec met ammoniumnitraat en de gedeelde bemesting met KAS (zie tabel 6). Tussen de laatste twee was er geen significant verschil.

Bij de N-gift van 220 kg N/ha waren de kolen wat zwaarder dan bij de gift van 154 kg N/ha. Dit verschil was bijna significant. Het gewichtsverschil tussen de hoge en lage N-gift leek bij de gedeelde bemesting met KAS groter dan bij de bemesting met Pulstec, maar dit interactie-effect tussen methode/meststof en hoogte van de N-gift was niet significant.

Het koolgewicht bij het Pulstec-object met de wisselende afstand van plaatsing van de meststof (object H) verschilde niet significant van dat bij object D. Bij de diepere plaatsing van de meststof (object I) was het koolgewicht hoger dan bij object D. Dit verschil was bijna significant.

Tabel 5. **Oogstpercentage (% , cumulatief)**

Per object

Objectcode	12 november	18 november	25 november	4 december	15 december ¹
A. Nulobject	0	12	20	28	69
B. KAS 220N	22	70	91	95	97
C. KAS 154N	16	56	87	94	98
D. Pulstec Cultan 220N	12	39	78	92	96
E. Pulstec Cultan 154N	14	36	76	86	94
F. Pulstec vlb. AN 220N	23	42	77	88	95
G. Pulstec vlb. AN 154N	10	37	70	77	89
H. Pulstec Cultan Afstanden	12	45	72	85	94
I. Pulstec Cultan Dieper	13	47	76	86	96
<i>Lsd ($p \leq 0,05$)</i>	<i>10</i>	<i>17</i>	<i>10</i>	<i>8</i>	<i>9</i>

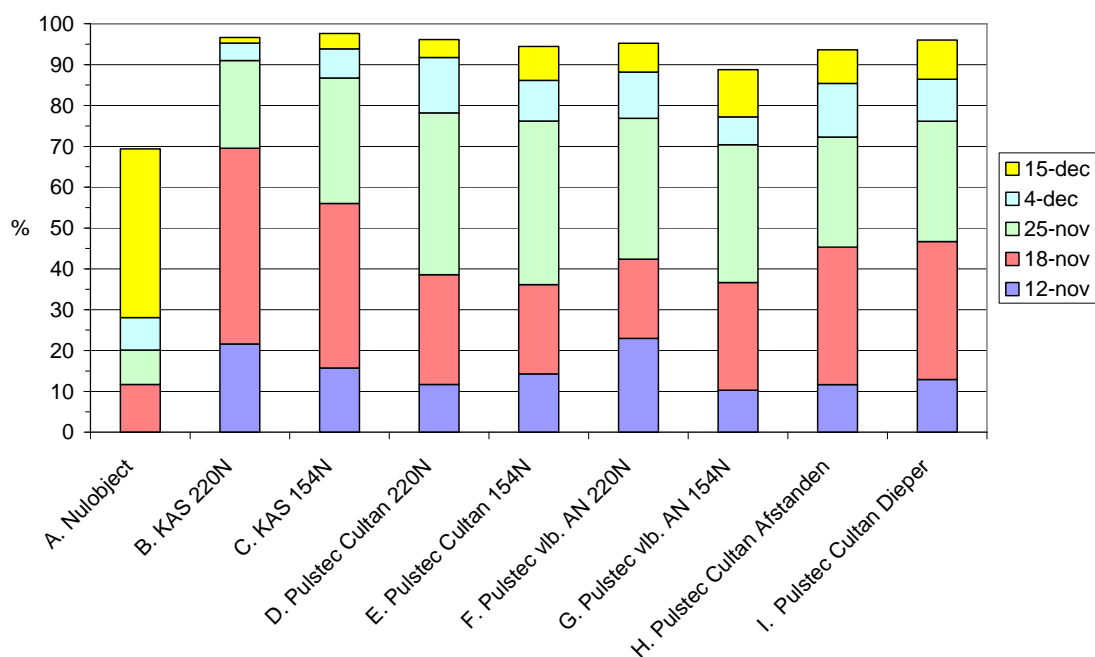
Per methode/meststof, gemiddelde over de twee N-trappen

Methode	12 november	18 november	25 november	4 december	15 december ¹
B+C. KAS	19	63	89	95	97
D+E. Pulstec Cultan	13	37	77	89	95
F+G. Pulstec vlb. AN	17	40	74	83	92
<i>Lsd ($p \leq 0,05$)</i>	<i>8</i>	<i>11</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>7</i>

Per N-trap, gemiddelde over de methoden

N-gift	12 november	18 november	25 november	4 december	15 december ¹
B+D+F. 220 kg N/ha	19	50	82	92	96
C+E+G. 154 kg N/ha	13	43	78	86	94
<i>Lsd ($p \leq 0,05$)</i>	<i>6</i>	<i>9</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>6</i>

¹ indien de kolen op 15 december nog hadden kunnen worden geoogst



Figuur 2. Grafische weergave van het oogstpercentage per object

Tabel 6. Gemiddeld gewicht van de geoogst kolen, inclusief omblad (gram)

Per object

Objectcode	Koolgewicht
A. Nulobject	851
B. KAS 220N	1500
C. KAS 154N	1368
D. Pulstec Cultan 220N	1365
E. Pulstec Cultan 154N	1301
F. Pulstec vlb. AN 220N	1401
G. Pulstec vlb. AN 154N	1439
H. Pulstec Cultan Afstanden	1414
I. Pulstec Cultan Dieper	1475
<i>Lsd (p≤0,05)</i>	<i>107</i>

Per methode/meststof, gemiddelde over de twee N-trappen

Methode	Koolgewicht
B+C. KAS	1434
D+E. Pulstec Cultan	1333
F+G. Pulstec vlb. AN	1420
<i>Lsd (p≤0,05)</i>	<i>79</i>

Per N-trap, gemiddelde over de methoden

N-gift	Koolgewicht
B+D+F. 220 kg N/ha	1422
C+E+G. 154 kg N/ha	1369
<i>Lsd (p≤0,05)</i>	<i>65</i>

3.3 Drogestofproductie en stikstofopname

De totale bovengrondse drogestofproductie was bij de gedeelde bemesting met KAS iets hoger dan bij de bemesting met Pulstec en was bij de N-gift van 220 kg N/ha ook iets hoger dan bij de gift van 154 kg N/ha, maar de verschillen waren niet significant (zie tabel 7). Het verschil tussen 220 kg N/ha en 154 kg N/ha leek bij de gedeelde bemesting met KAS wat groter dan bij de Pulstec-bemesting, maar het interactie-effect tussen bemestingsmethode/meststof en N-gift was niet significant. Er was vrijwel geen verschil tussen Pulstec Cultan en Pulstec met ammoniumnitraat. Bij het nulobject was de drogestofproductie aanmerkelijk lager.

Tabel 7. **Bovengrondse drogestofproductie en stikstofopname, schijnbare stikstofbenutting, stikstofafvoer met het totaal geoogst product per 4 december en stikstofoverschot**

Per object

Objectcode	Bovengrondse droge stof (ton/ha)	Bovengrondse stikstofopname (kg N/ha)	ANR	Stikstofafvoer (kg N/ha)	Stikstofoverschot (kg N/ha)
A. Nulobject	2,87	52	-	13	-13
B. KAS 220N	5,22	199	67%	77	143
C. KAS 154N	4,59	151	65%	70	84
D. Pulstec Cultan 220N	4,63	165	52%	72	148
E. Pulstec Cultan 154N	4,56	133	53%	60	94
F. Pulstec vlb. AN 220N	4,70	178	57%	71	149
G. Pulstec vlb. AN 154N	4,53	147	62%	63	91
<i>Lsd (p≤0,05)</i>	<i>0,75</i>	<i>26</i>	<i>13%</i>	<i>9</i>	<i>9</i>

Per methode/meststof, gemiddelde over de twee N-trappen

Methode	Bovengrondse droge stof (ton/ha)	Bovengrondse stikstofopname (kg N/ha)	ANR	Stikstofafvoer (kg N/ha)	Stikstofoverschot (kg N/ha)
B+C. KAS	4,90	175	66%	74	113
D+E. Pulstec Cultan	4,59	149	52%	66	121
F+G. Pulstec vlb. AN	4,61	162	59%	67	120
<i>Lsd (p≤0,05)</i>	<i>0,53</i>	<i>18</i>	<i>9%</i>	<i>6</i>	<i>6</i>

Per N-trap, gemiddelde over de methoden

N-gift	Bovengrondse droge stof (ton/ha)	Bovengrondse stikstofopname (kg N/ha)	ANR	Stikstofafvoer (kg N/ha)	Stikstofoverschot (kg N/ha)
B+D+F. 220 kg N/ha	4,85	181	59%	73	147
C+E+G. 154 kg N/ha	4,56	144	60%	64	90
<i>Lsd (p≤0,05)</i>	<i>0,43</i>	<i>15</i>	<i>8%</i>	<i>5</i>	<i>5</i>

¹ schijnbare stikstofbenutting (apparent nitrogen recovery), berekend als:

$$\frac{\text{totale bovengrondse N-opname bemest object bij oogst} - \text{totale bovengrondse N-opname nulobject bij oogst}}{\text{N-gift bemest object}}$$

² berekend als: N-gift – N-afvoer

De totale stikstofopname in de bovengrondse delen was bij de gedeelde bemesting met KAS hoger dan bij de bemesting met Pulstec. Het verschil tussen KAS en Pulstec Cultan was significant, dat tussen KAS en Pulstec met vloeibaar ammoniumnitraat niet. Bij Pulstec met ammoniumnitraat was de opname hoger dan bij Pulstec Cultan, maar ook dit verschil was niet significant. Het stikstofgehalte in de droge stof was bij de gedeelde bemesting met KAS en Pulstec met ammoniumnitraat vrijwel gelijk en was bij Pulstec Cultan lager. Bij de N-gift van 220 kg N/ha waren het stikstofgehalte in de droge stof en de totale N-opname in de

bovengrondse delen significant hoger dan bij de gift van 154 kg N/ha. Er was geen significant interactie-effect tussen bemestingsmethode/meststof en N-gift. Bij het nulobject was de stikstofopname fors lager dan bij de bemeste objecten.

De schijnbare stikstofbenutting (ANR) was bij de gedeelde bemesting met KAS hoger dan bij de bemesting met Pulstec. De ANR bij de hoge of lage N-gift was zo goed als gelijk.

De stikstofafvoer van het veld met het geoogst product per 4 december (totaal geoogste kolen + omblad) was bij gedeelde bemesting met KAS significant hoger dan bij de bemesting met Pulstec. Tussen Pulstec Cultan of Pulstec met ammoniumnitraat verschilde de afvoer nauwelijks (en niet significant). Bij de N-gift van 220 kg N/ha was de afvoer significant hoger dan bij de gift van 154 kg N/ha. Er was geen significant interactie-effect tussen bemestingsmethode/meststof en N-gift.

Vice versa was het stikstofoverschot bij de bemesting met Pulstec significant hoger dan bij de gedeelde bemesting met KAS en was dit bij de N-gift van 220 kg N/ha significant hoger dan bij de gift van 154 kg N/ha.

4 Discussie en conclusies

De stikstofopname bij nulobject was laag (52 kg N/ha) in vergelijking tot resultaten uit eerdere proeven in Nederland. In proeven van Everaarts & De Moel (1995) met late zomerteelten en vroege herfstteelten bloemkool op kleigronden varieerde de stikstofopname bij het nulobject van 113 tot 211 kg N/ha. In een proef met een late herfstteelt bloemkool op zuidoostelijk zand in 2007 (Van Geel & Wilms, 2008) bedroeg de stikstofopname bij het nulobject 70 kg N/ha. Dit bevestigt dat de proef in 2008 te Vredepeel is uitgevoerd in een stikstofarme uitgangssituatie, zoals de bedoeling was.

Plaatsing van stikstof met Pulstec leidde niet tot een betere begingroei of een duidelijk forsere gewasontwikkeling. Bij Pulstec Cultan werden de gewasstand en uniformiteit als iets minder goed beoordeeld dan bij de gedeelde bemesting met KAS, terwijl Pulstec met vloeibaar ammoniumnitraat een minstens even goede gewasstand en uniformiteit gaf als de KAS-bemesting. De stikstofvorm in de meststof had daarmee meer effect op de stand en uniformiteit dan de wijze van plaatsing van de stikstof: ammoniumnitraat gaf een betere stand en uniformiteit dan de Cultan-meststof.

Bij de gedeelde bemesting met KAS was de bloemkool wat vroeger oogstrijp dan bij de bemesting met Pulstec. Hoewel er aanvankelijk geen duidelijk vroegheidsverschil was tussen Pulstec Cultan en Pulstec met ammoniumnitraat, trad aan het eind van de groeiperiode (eind november-begin december) wel verschil op en presteerde het met Pulstec Cultan bemeste gewas beter dan het gewas dat met Pulstec met ammoniumnitraat was bemest.

Everaarts & De Moel (1995) vonden eveneens dat breedwerpige N-bemesting de oogst iets kon vervroegen ten opzichte van N-rijenbemesting, maar dat de methode van toediening geen effect had op het totaal oogstpercentage. Ook in de late herfstteelt bloemkool op zuidoostelijk zand in 2007 (Van Geel & Wilms, 2008) leek bij een gedeelde breedwerpige bemesting met KAS de bloemkool iets eerder oogstbaar dan bij N-rijenbemesting, maar was het totaal oogstpercentage uiteindelijk gelijk.

Echter, in deze proef van 2008 had vroegheid wel effect op het oogstpercentage, doordat de bloemkolen die nog op het veld stonden in de tweede week van december bevroren. Het oogstpercentage (per 4 december) was daardoor het hoogste bij de gedeelde bemesting met KAS, gevolgd door de bemesting met Pulstec Cultan en was het laagste bij de bemesting met Pulstec met ammoniumnitraat. Als de bloemkolen niet waren bevroren en er half december nog was geoogst, waren er niet of nauwelijks verschillen geweest in oogstpercentage.

De wisselende afstand van plaatsing van de meststof ten opzichte van de plantenrijen leidde niet of nauwelijks tot een slechtere of onregelmatigere gewasstand dan de plaatsing op een meer regelmatige afstand van gemiddeld 10 cm. Ook trad geen zichtbare zoutschade op bij plaatsing zeer dicht lang de plantjes, vermoedelijk omdat de meststof voldoende diep de grond in werd gespoten en daardoor toch niet te dicht bij de plantjes kwam te liggen. Ook had de wisselende afstand van plaatsing geen duidelijk effect op de vroegheid van oogst en het oogstpercentage. Het lijkt erop dat de precisie in afstand van plaatsing niet zo heel nauw komt.

De diepere plaatsing van de meststof (met een werkdruk van 150 bar) gaf een vrijwel gelijke gewasstand en uniformiteit dan de ondiepere plaatsing (met een werkdruk van 75 bar). Het had geen duidelijk effect op de vroegheid van oogst en gaf geen hoger oogstpercentage. Een hoge werkdruk vraagt wel meer energie c.q. vermogen. Als een lage werkdruk een even goed resultaat geeft, heeft dat de voorkeur.

Bij de N-gift van 220 kg N/ha was het gewas forsier ontwikkeld dan bij de N-gift van 154 kg N/ha, was de bloemkool iets vroeger oogstrijp en was het oogstpercentage per 4 december hoger. Ook hier was er niet of nauwelijks verschil geweest in oogstpercentage, als de bloemkolen niet waren bevroren en er half december nog was geoogst. Echter, door het vroegheidsverschil gaf de hoge N-gift het beste oogstresultaat in het groeiseizoen van 2008.

De plaatsing van stikstof vlakbij de planten met behulp van Pulstec leidde niet tot een hogere stikstofopname c.q. hogere stikstofefficiency. Het leidde zelfs tot een lagere stikstofafvoer van het veld en een hoger stikstofoverschot.

Pulstec Cultan gaf geen hogere stikstofopname dan Pulstec met vloeibaar ammoniumnitraat, een gelijke stikstofafvoer en een gelijk stikstofoverschot. Nadat 4 augustus de stikstof was bemest, was de rest van het groeiseizoen echter niet bijzonder nat en speelde stikstofverlies door uitspoeling tijdens de teelt waarschijnlijk geen of geen grote rol. Eventuele verschillen in uitspoelingsgevoeligheid tussen de methoden/meststoffen konden daardoor niet scherp tot uiting komen.

De schijnbare stikstofbenutting (ANR) in de proef was van dezelfde orde van grootte als de ANR die in eerdere bloemkoolproeven is gevonden. Zo vonden Everaarts & De Moel (1995) in een proef op klei een ANR bij optimale N-gift van ca. 62% bij een eenmalige, breedwerpige gift en van ca. 64% bij rijenbemesting. De N-opname bij het nulobject bedroeg 113 kg N/ha. Riley & Vagen (2003) vonden een ANR van 62% respectievelijk 52% bij N-giften van 150 en 200 kg N/ha met KAS. Het betrof het gemiddelde van toediening in één keer als rijenbemesting bij het planten en toediening van een deel als rijenbemesting bij planten en de rest breedwerpig later tijdens de teelt. De toedieningswijze had geen significant effect op de N-opname. Ze meldden ook dat deze ANR-waarden in overeenstemming waren met in de literatuur gevonden waarden. Van Geel & Wilms (2008) vonden in 2007 op zandgrond een ANR van rond de 60% bij rijenbemesting, maar daarentegen een opmerkelijk hoge ANR van $\geq 80\%$ bij gedeelde bemesting met KAS. In de zandproef van 2008 op Vredepeel was de ANR bij de gedeelde bemesting met KAS ook hoger dan bij plaatsing van de stikstof, maar lang niet zo hoog als in de proef op zand van 2007.

Gelet op het resultaat van de proef van 2008 en de eerder aangehaalde onderzoeksresultaten in dit rapport heeft plaatsing van stikstof in zomer- en herfstteelten bloemkool op klei en zand tot nu toe geen overtuigend voordeel laten zien m.b.t. het oogstresultaat en de stikstofefficiency. Voor zand betrof het echter maar twee proeven, in 2007 en 2008, waarin stikstofverlies door uitspoeling tijdens de teelt waarschijnlijk geen of geen rol van betekenis speelde. De vraag resteert daarom wat het effect van plaatsing is op zandgrond in een nat groeiseizoen waarin veel uitspoelingsverlies kan optreden.

De resultaten in zomer- en herfstteelten zijn niet representatief voor de vroege bloemkoolteelten. Het is daarom zinvol om het perspectief van geconcentreerde plaatsing van stikstof in de vroege bloemkoolteelten ook na te gaan. Daarbij is wederom de vraag relevant welke vloeibare stikstofmeststof het beste voldoet voor gebruik bij Pulstec.

Conclusies

Plaatsing van stikstof vlakbij de bloemkoolplanten met behulp van Pulstec leidde in deze proef van 2008 met een late herfstteelt bloemkool op zandgrond niet tot een duidelijk betere of uniformere gewasstand dan een gedeelde stikstofbemesting met strooien van KAS. Wel leidde het tot enige verlating van de oogst en tot een lager oogstpercentage. Het leidde ook niet tot een hogere stikstofbenutting (ANR), maar wel tot een lagere stikstofafvoer van het veld en een hoger stikstofoverschot.

Pulstec met Cultan leidde tot een hoger oogstpercentage dan Pulstec met vloeibaar ammoniumnitraat.

Een wisselende afstand van plaatsing van de meststof ten opzichte van de plantenrijen had niet of weinig invloed op de gewasstand en -uniformiteit en op het oogstpercentage ten opzichte van een meer gelijkmatige afstand van plaatsing.

Een iets diepere plaatsing van de meststof (ca. 15 cm) gaf een vrijwel gelijke gewasontwikkeling dan plaatsing op 10 cm diepte en gaf geen hoger oogstpercentage.

Bij de N-gift van 220 kg N/ha was het gewas forser ontwikkeld dan bij de N-gift van 154 kg N/ha, was de bloemkool iets vroeger oogstrijp en was het oogstpercentage hoger.

Referenties

- De Rooster, L. (2006). Rijenbemesting met ammoniumhoudende meststoffen. Proeftuinnieuws 2006: 6, p. 24-25.
- De Rooster, L. (2005). Stikstoftrappen bij teeltopvolging bloemkool-prei. Proeftuinnieuws 2005: 14/15, p. 24-25.
- De Rooster, L. & K. Spiessens (2003). Combinatie van band- en rijenbemesting voor vroege bloemkool. Proeftuinnieuws 2003: 22, p. 32-33.
- De Rooster, L. (2003). Rijenbemesting meest stabiel. Proeftuinnieuws 2003: 4, p. 26.
- Everaarts, A.P. , C.P. de Moel & P. de Willigen (1996). Stikstofbemesting en nutriëntenopname van broccoli. Verslag nr. 216, PAGV, Lelystad, 67 p.
- Everaarts, A.P. & C.P. de Moel (1995). Stikstofbemesting en nutriëntenopname van bloemkool. Verslag nr. 198, PAGV, Lelystad, 60 p.
- Riley, H. & I. Vagen (2003). Critical N concentrations in broccoli and cauliflower evaluated in field trials with varying levels and timing of N fertilizer. Acta Horticulturae 627, p.241-249.
- Van Erp, P.J. & H.H.H. Titulaer (1992). Rijenbemesting in de akkerbouw met vollegrondsgroenteteelt. Meststoffen 1992, p. 10-15.
- Van Geel, W.C.A. & J.A.M. Wilms (2008). Stikstofbemestingsstrategieën in een herfstteelt ijssla op zandgrond. Projectrapport 32 50082200. PPO, Lelystad, 22 p.
- Van Geel, W.C.A. & J.A.M. Wilms (2008). Stikstofrijenbemesting in een late herfstteelt bloemkool op zandgrond. Projectrapport 3250082200, PPO, Lelystad, 20 p.

Bijlage 1. Neerslaggegevens 2008 Vredepeel

Maand	Decade ¹	Actueel (mm)	Normaal (mm) ²
augustus	I	44,2	16,4
	II	21,4	18,4
	III	<u>9,9</u>	<u>23,0</u>
		75,5	57,8
september	I	13,9	20,6
	II	29,3	22,2
	III	<u>14,7</u>	<u>18,3</u>
		57,9	61,1
oktober	I	28,6	23,0
	II	7,6	16,8
	III	<u>25,2</u>	21,9
		61,4	61,7
november	I	19,3	20,5
	II	9,7	28,7
	III	<u>19,9</u>	<u>21,5</u>
		48,9	70,6
december	I	13,2	17,7
	II	12,2	27,1
	III	<u>0,9</u>	<u>24,3</u>
		26,3	69,1

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

Appendix

Relatie tussen indringingsdiepte van de meststof bij Pulstec en indringingsweerstand van de bodem

Uitvoering

Op 14 oktober 2008 zijn metingen uitgevoerd bij PPO te Lelystad en op een praktijkperceel te Elburg waarbij is gekeken naar de indringingsweerstand van de bodem en de indringingsdiepte van de vloeistof bij Pulstec. Er is op drie kleipercelen gemeten, die varieerden in afslibbaarheid en organische-stofgehalte, op één zandperceel en op een bergje los bouwzand. Op elk perceel is op meerdere plekken gemeten, die varieerden qua losheid of vastheid van de bovengrond. Totaal is zo op 12 verschillende plaatsen gemeten, waarvan acht op klei en vier op zand.

Op elke plaats zijn bij een werkdruk van 75 bar, 100 bar en 150 bar meerdere pulsen vloeistof naast elkaar in de grond gespoten. Voor dit doel is water gebruikt waaraan een rode kleurstof was toegevoegd. Daardoor was vrij goed te zien c.q. te meten hoe diep de vloeistof bij elke puls in de grond terechtkwam. Verder is per plaats op drie punten de indringingsweerstand van de bodem gemeten met een penetrometer tot een diepte van 20 cm -mv. De meter registreerde de indringingsweerstand per cm bodemlaag. Deze is vervolgens gemiddeld per 5 cm bodemlaag alsook over de lagen 0-10, 0-15 en 0-20 cm. De resultaten zijn statistisch geanalyseerd met behulp van het softwarepakket Genstat. Daarbij is gebruik gemaakt van regressie-analyse.

Resultaten

De resultaten van dit onderzoek moeten worden gezien als voorlopige bevindingen. Zomogelijk zal de meetreeks in de toekomst verder worden aangevuld. De resultaten riepen ook diverse vragen op, die nog moeten worden beantwoord.

Er was een sterke correlatie ($>0,95$) tussen de indringingsweerstand van de verschillende bodemlagen. Een hoge indringingsweerstand in de laag 0-5 cm ging samen met een hoge weerstand in de laag 6-10 cm, 11-15 cm etc.

De indringingsdiepte in de bodem bij Pulstec vertoonde de beste relatie met de gemiddelde indringingsweerstand in de bodemlaag 0-5 cm, gevolgd door het gemiddelde in de laag 0-15 cm, maar het verschil met het hanteren van het gemiddelde van andere bodemlagen (0-20, 11-15, etc.) was klein.

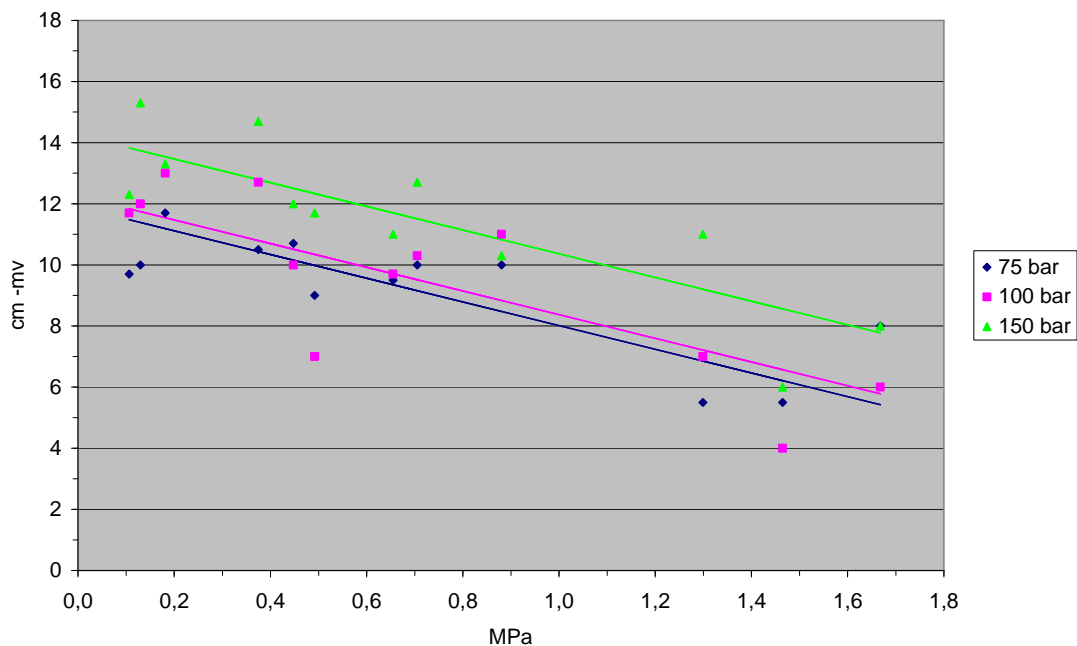
De relatie tussen de indringing in de bodem (cm -mv) en de gemiddelde weerstand in de bodemlaag 0-5 cm (MPa) werd het beste beschreven door een rechtlijnig verband (figuur A1). Voor de relatie tussen de indringing en de gemiddelde weerstand in de laag 0-15 cm voldeed een kromlijngig verband iets beter (figuur A2). Echter, de gemeten weerstanden zaten hierbij tussen de 0 en 1 MPa en tussen de 2 en 3 MPa. Tussen 1 en 2 MPa ontbraken er meetwaarden. Deze zijn wel nodig om goed te kunnen bepalen of er inderdaad sprake is van een kromlijngig verband of van een rechtlijnig verband. Dit is een aandachtspunt voor een volgende serie metingen.

Er was geen significante interactie tussen indringingsweerstand en spuitdruk. Dit zou betekenen dat een hogere druk tot een constant diepere indringing leidt in de bodem ongeacht de weerstand. De vraag is of dat logisch is c.q. of hier een verklaring voor kan worden gevonden. De verwachting was dat bij lage weerstand de verschillen in indringingsdiepte bij hoge of lage spuitdruk groter zijn dan bij hoge weerstand.

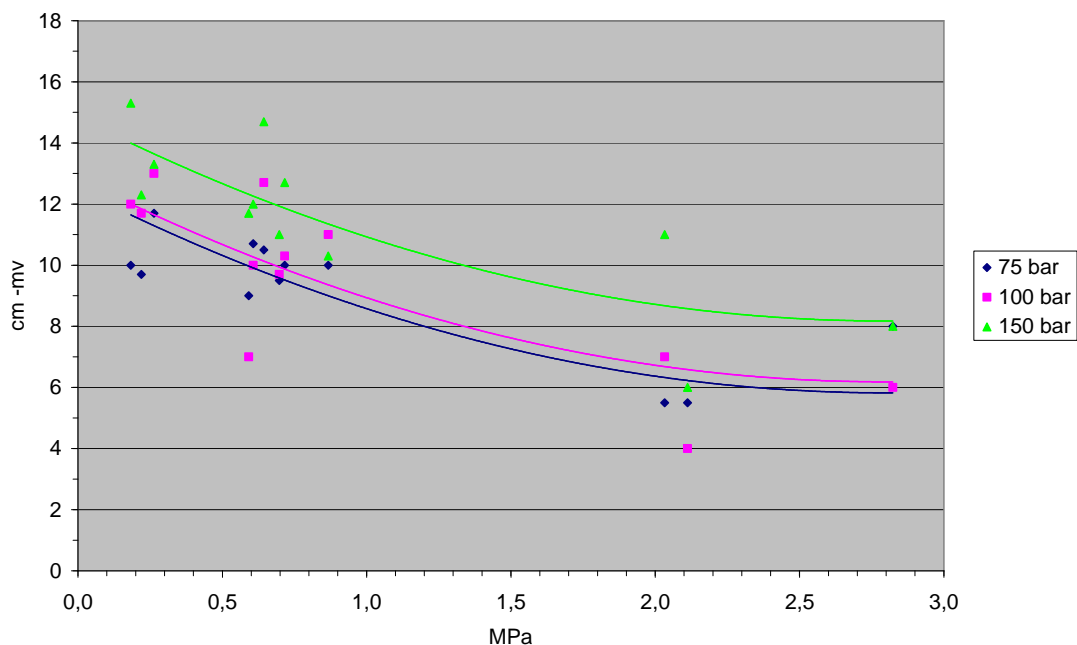
De spreiding van de meetpunten was vrij groot: bij eenzelfde indringingsweerstand varieerde de indringingsdiepte vrij sterk. De indruk uit de analyse is dat een deel van die spreiding was toe te schrijven aan het perceel waar is gemeten. Ofwel bij eenzelfde indringingsweerstand zou de indringingsdiepte toch nog per perceel kunnen variëren. Echter, het aantal percelen waarop is gemeten, is voorsnóg te klein om deze uitspraak hard te kunnen maken.

Er was geen duidelijk verband met het percentage afslibbaar en het organische-stofgehalte van de (klei)percelen. Dit zou betekenen dat andere perceelsgebonden factoren van invloed moeten zijn geweest. Een nog te beantwoorden vraag is welke factoren. Dat vraagt of diepgaander onderzoek.

Om een betrouwbaar beeld te krijgen van de relatie tussen indringingsdiepte en indringingsweerstand moeten nog meer metingen worden uitgevoerd op uiteenlopende percelen.



Figuur A1. Indringing in de bodem (cm -mv) uitgezet tegen de gemiddelde indringingsweerstand (MPa) in de bodemlaag 0-5 cm bij drie verschillende spuitdrukken van Pulstec



Figuur A2. Indringing in de bodem (cm -mv) uitgezet tegen de gemiddelde indringingsweerstand (MPa) in de bodemlaag 0-15 cm bij drie verschillende spuitdrukken van Pulstec