



Toetsing geleide bemesting vollegrondsgroenteteelt

Project 510.169
Jaarrapport 2002

Ing. W.C.A. van Geel

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

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

Dit projectrapport geeft de resultaten weer van het onderzoek dat het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving heeft uitgevoerd in opdracht van:

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

Projectnummer: 510.169

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector agv

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

Inhoudsopgave

pagina

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INLEIDING | 5 |
| 2 | OPZET EN UITVOERING ALGEMEEN..... | 7 |
| 3 | BEDRIJF FRANKEN, BREDA..... | 9 |
| 3.1 | Opzet | 9 |
| 3.2 | Bevindingen..... | 10 |
| 4 | BEDRIJF KOUWENBERG, BEEK EN DONK..... | 13 |
| 4.1 | Opzet | 13 |
| 4.2 | Bevindingen..... | 15 |
| 4.2.1 | Doornheide | 15 |
| 4.2.2 | Groenendaal..... | 15 |
| 4.2.3 | Slechte plekken in de percelen..... | 16 |
| 5 | BEDRIJF REINDERS, SEVENUM | 17 |
| 5.1 | Opzet | 17 |
| 5.2 | Bevindingen..... | 19 |
| 6 | BESPREKING..... | 25 |
| | BIJLAGE 1. UITGANGSPUNTEN MINERALISATIEBEREKENING FRANKEN | 27 |
| | BIJLAGE 2. UITGANGSPUNTEN MINERALISATIEBEREKENING REINDERS | 29 |
| | BIJLAGE 3. INTENSIEVE NMIN-BEMONSTERING..... | 31 |

1 Inleiding

In 2002 heeft het ministerie van LNV het onderzoeksprogramma Mest- en Mineralen 398-I gestart, dat zich richt op maatregelen om de mineralenverliezen te verminderen. Één van de thema's in het programma is het ontwikkelen en toepasbaar maken van systemen voor geleide bemesting. Het doel van geleide bemesting is om een maximale opbrengst en kwaliteit te realiseren met een zo nauwkeurig mogelijk op de gewasbehoefte afgestemd aanbod van nutriënten, waarbij de benutting van de nutriënten zo hoog mogelijk is en het verlies zo laag mogelijk. Geleide bemesting omvat de toepassing van bijmestsystemen, het gebruik van minder uitspoelingsgevoelige meststoffen en een betere plaatsing van de meststof (o.a. rijenbemesting).

Naast het vergelijken en verbeteren van geleide bemestingssystemen middels veldproeven, is voorzien in het toetsen van geleide bemestingssystemen op praktijkbedrijven. Nagegaan wordt hoe geleide bemesting in praktijk wordt ervaren (risico's, kosten, extra arbeid etc.) en tegen welke praktische problemen telers oplopen die zich in proeven niet hebben voorgedaan. Communicatie met de telers vervult hierbij een belangrijke rol.

Voor de toetsing in de intensieve vollegrondsgroententeelt heeft PPO-agv in 2002 op drie voorloperbedrijven van Telen met Toekomst (TmT) een toetsing uitgevoerd. Op deze bedrijven zijn door deelname aan TmT de meststofgiften al omlaag gegaan. Ook wordt gebruik gemaakt van bijmestsystemen. De insteek van de toetsing was om na te gaan of de mineralenverliezen nog verder kunnen worden beperkt door:

- beter in te spelen op de stikstoflevering uit mineralisatie van organische stof;
- op eventuele andere aanvoerbronnen van stikstof, zoals nitraat in het beregeningswater;
- door minder uitspoelingsgevoelige meststoffen te gebruiken.

Hoofdstuk 2 geeft een kort algemeen overzicht van de uitvoering van de toetsing. In de hoofdstukken 3 t/m 5 zijn per bedrijf de opzet, uitvoering en bevindingen beschreven. In hoofdstuk 6 worden de bevindingen besproken.

2 Opzet en uitvoering algemeen

De toetsing is in drie verschillende teelten uitgevoerd, op de volgende bedrijven:

- herfstteelt Chinese kool, na een vroege teelt spinazie, bij Franken te Breda;
- herfstteelt andijvie, na een vroege of zomerteelt andijvie, bij Kouwenberg te Beek en Donk;
- late winterteelt prei, na een vroege broccoliteelt, bij Reinders te Sevenum.

Voor een beschrijving van de bedrijven (het bouwplan, de percelen, de knelpunten enz.) wordt verwezen naar de bedrijfsrapporten van Telen met Toekomst.

Voor de nalevering van stikstof door mineralisatie is in 2002 alleen rekening gehouden met mineralisatie uit vers organisch materiaal, namelijk de gewasresten van de voorgaande teelt (in geval van een volgteelt) en een eventuele organische mestgift. Deze nalevering is geschat m.b.v. de rekenregels van Minip¹, uitgaande van gemiddelde Nederlandse dagtemperaturen volgens het KNMI (berekend over de periode 1971-2000). De gehanteerde uitgangspunten voor de berekeningen zijn weergegeven in de bijlagen 1 en 2.

Met de mineralisatie uit organisch materiaal dat langer dan een jaar in de grond verblijft, is vooralsnog geen rekening gehouden (in 2003 gebeurt dat wel).

Op geen van de drie bedrijven zat er een substantiële hoeveelheid nitraat in het bronwater voor de berekening.

Het resultaat van de beproefde bemestingsvarianten in de verschillende teelten is beoordeeld aan de hand van:

- de opbrengst en kwaliteit van het geogste product (beoordeeld door de teler);
- de achtergebleven hoeveelheid N_{min} na de oogst;
- de besparing op de stikstofgift versus de extra kosten, arbeid en risico's.

¹ Janssen, B.H. Organic Matter and Soil Fertility. Edition 2002. Department of Environmental Sciences, Sub-department of Soil Quality.

3 Bedrijf Franken, Breda

3.1 Opzet

Bij Franken is de toetsing uitgevoerd op perceel Vond V (zie tabel 1) in een herfstteelt Chinese kool, bestemd voor de verse markt, die direct na oogst aan de veiling wordt geleverd. Het perceel betreft zandgrond met een hoog organische stofgehalte in zowel de bouwvoor als de ondergrond (een hoge enkeerdgrond). Het merendeel is echter oude organische stof, waaruit weinig stikstof mineraliseert. Vóór de teelt van de Chinese kool strooit Franken kalkstikstof tegen onkruid en knolvoet. Twee weken na planten meet hij de bodemvoorraad stikstof in de laag 0-30 cm m.b.v. de nitracheck en vult deze voorraad aan tot 200 kg N per ha. Franken heeft ervaren dat bij een lager streefniveau de kroppen niet het gewenste gewicht bereiken als er veel regen valt in de herfst. Het gewenste gewicht is 800-1000 gram per stuk na schonen. Franken strooit de stikstof op de bedden, met een rijenstrooier.

Tabel 1. **Perceelsgegevens Vond V, laag 0-30 cm**

| Tijdstip meting | OS% | pH-KCl | Pw | P-Al | K-getal | MgO |
|-----------------|-----|--------|----|------|---------|-----|
| nov 2000 | 4,8 | 5,5 | 52 | 64 | 22 | 102 |

In januari is champost op het perceel aangebracht. In het voorjaar heeft Franken spinazie geteeld, die hij vanwege slechte marktprijzen niet heeft geoogst, maar op 25 mei heeft ingefreesd.

De Chinese kool is in augustus op drie momenten geplant. In elke planting zijn de volgende stikstofbestedingsvarianten aangelegd:

- standaardbesteding van de teler;
- verlaagde giften, rekening houdend met de geschatte stikstofnawerking uit de champost en uit de ondergewerkte spinazie.

De aannames en uitgangspunten voor de berekening van de stikstofnawerking m.b.v. Minip zijn weergegeven in bijlage 1. Bij elke planting is de verlaagde gift op twee stukjes in het perceel aangebracht. In tabel 2 staat een kort overzicht van de teelten en de stikstofbesteding.

Tabel 2. **Teelt- en bemestingsgegevens herfstteelt Chinese kool 2002, Franken**

| | 1 ^e planting | 2 ^e planting | 3 ^e planting |
|--|--|--|--|
| organische mest | 80 m ³ champost per ha op 4 januari | 80 m ³ champost per ha op 4 januari | 80 m ³ champost per ha op 4 januari |
| voorvrucht 2002 | voorjaarsteelt spinazie | voorjaarsteelt spinazie | voorjaarsteelt spinazie |
| 300 kg kalkstikstof per ha (=63 kg N per ha) | 1 augustus | 1 augustus | 9 augustus |
| planting Chinese kool | 2 augustus | 9 augustus | 16 augustus |
| ras | Storkin | Storkin | Storkin |
| plantgetal (stuks per ha) | 60.000 | 60.000 | 60.000 |
| datum Nmin-bemonstering | 12 en 26 augustus | 26 augustus | 2 september |
| datum stikstofgift | 27 augustus | 30 augustus | 6 september |
| meststof | kalksalpeter | magnesamon | magnesamon |
| oogstdatum | 23 september | 30 september | 23-24 oktober |
| datum Nmin-bemonstering | 26 september | 10 oktober | 30 oktober |

3.2 Bevindingen

Medio augustus bedroeg de bodemvoorraad stikstof in de bouwvoor >200 kg N per ha, waardoor bijbemesten aanvankelijk niet nodig was. De hoge voorraad was een gevolg van de mineralisatie uit de ondergewerkte spinazie, de mineralisatie uit de champost en de kalkstikstofgift. Uit de ondergewerkte spinazie kwam volgens de berekening met Minip het merendeel van de stikstof in de zomer alweer vrij (tabel 3).

Na zware neerslag (± 115 mm) op 24 augustus echter, daalde de stikstofvoorraad in de laag 0-30 cm fors (tabel 4). In de laag 30-60 bevond zich daarentegen nog wel een substantiële hoeveelheid stikstof. Op dat moment stond de teler voor een dilemma: moet er rekening mee worden gehouden dat het gewas een deel van de stikstof in de laag 30-60 nog kan benutten? Als het droog blijft, mag worden aangenomen dat de wortels van het gewas in de laag 30-60 komen. Voorts is het wellicht mogelijk dat de stikstof die is ingespoeld naar een diepere laag, voor een deel terugkomt met capillaire opstijging van hangwater vanuit die diepere laag. Blijft het echter regenen, dan spoelt de stikstof nog dieper weg en is er daarnaast kans dat het gewas ondiep wortelt. De teler besloot geen risico te nemen en de bodemvoorraad in de laag 0-30 cm aan te vullen tot 200 kg N per ha.

De verwachte nawerking uit de champost en spinazie tijdens de teelt (na het moment van N_{min}-bemonstering tot aan de geschatte oogstdatum) was vrij klein (tabel 3). In overleg met Franken is besloten om voor de verlaagde giften een verschil van 40 kg N per ha aan te houden.

Tabel 3. **Geschatte nawerking uit de champostgift en uit de ondergewerkte spinazie (kg N per ha)**

| Periode | champostgift | ondergewerkte spinazie | totaal |
|----------------------------|--------------|------------------------|--------|
| 25 mei – 12 augustus | 54 | 88 | 142 |
| 26 augustus - 21 september | 11 | 9 | 20 |
| 26 augustus - 1 oktober | 15 | 12 | 27 |
| 2 september - 15 oktober | 16 | 12 | 28 |

Tabel 4. **Bodemvoorraad stikstof (kg N per ha)**

| Datum | Methode | 1 ^e planting | | 2 ^e planting | | 3 ^e planting | |
|-------------|------------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|
| | | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm |
| 12 augustus | lab (Blgg) | 229 | 127 | | | | |
| 12 augustus | nitrameet | 215 | | | | | |
| 26 augustus | lab (Blgg) | 34 | 84 | 33 | 145 | | |
| 26 augustus | nitrameet | 35 | | 40 | | | |
| 2 september | lab (Blgg) | | | | | 71 | 173 |
| 2 september | nitrameet | | | | | 110 | |

In de eerste planting bleken de stikstofgiften na het strooien lager te zijn uitgevallen dan de bedoeling was. De bodemvoorraad in de laag 0-30 cm werd aangevuld tot ca. 165 respectievelijk 135 kg N per ha. In de tweede planting heeft Franken de bodemvoorraad aangevuld tot ca. 210 respectievelijk 170 kg N per ha en in de derde planting tot ca. 245 respectievelijk 205 kg N per ha (zie tabel 5).

In september en de eerste helft van oktober viel weinig neerslag en is geen uitpoeling opgetreden. Het gewas wortelde tot ca. 40 cm diepte en zal dus een deel van stikstof uit de laag 30-60 cm hebben kunnen benutten.

De geoogste kolen uit de lager bemeste stukken wogen iets minder dan van de rest van het perceel (tabel 5), maar ze waren meer dan voldoende zwaar (boven streefgewicht). Bij de derde planting was het gewichtsverschil nihil. Er was geen verschil in kwaliteit en vulling van de kroppen en evenmin in aantal te kleine of niet-veilige kolen. Enkele stonden bij de eerste planting de kroppen van de lager bemeste kolen iets meer open en hadden iets gelere koppen. Dat was nog niet nadelig voor de klassering, maar wanneer deze kolen langer op het veld waren blijven staan, had het wel nadelig kunnen worden.

Na oogst zat er nog een ruime hoeveelheid stikstof in de grond bij de standaardbemesting (zie tabel 5). Op grond van deze hoeveelheid had achteraf gezien een stuk lager kunnen worden bemest (meer dan 40 kg N per ha).

De resthoeveelheid stikstof in de bodem bij de verlaagde stikstofgiften kwam geheel niet overeen met het verschil in stikstofgift. Bij de eerste en tweede planting werd een veel lagere voorraad gemeten - bij de eerste planting zelfs extreem laag - en bij de derde planting was er nauwelijks verschil. Een verklaring hiervoor ontbreekt.

Tabel 5. **Stikstofniveau's, gemiddeld kroggewicht na schonen bij de oogst en Nmin na de oogst**

| | 1 ^e planting | | 2 ^e planting | | 3 ^e planting | |
|----------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|
| | standaard | verlaagd | standaard | verlaagd | standaard | verlaagd |
| Stikstofgift (kg N per ha) | 129 | 100 | 176 | 136 | 176 | 136 |
| Kroggewicht | 1439 | 1274 | 1203 | 1157 | 1316 | 1289 |
| Datum Nmin-bemonstering | 26 september | | 10 oktober | | 30 oktober | |
| Nmin 0-30 cm | 137 | 12 | 154 | 74 | 134 | 132 |
| Nmin 30-60 cm | 61 | 19 | 152 | 109 | 124 | 145 |

4 Bedrijf Kouwenberg, Beek en Donk

4.1 Opzet

De toetsing bij Kouwenberg is uitgevoerd in een vroege en late herfstteelt andijvie op respectievelijk de percelen Doornheide en Groenendaal (zie tabel 6). Op Doornheide betrof het een tweede teelt, na een vroege teelt andijvie, op Groenendaal betrof het een derde teelt, na een vroege, bedekte teelt en een zomerteelt andijvie.

Doornheide is een zandgrond met een ondergrond die uit grof zand en kiezel bestaat. Volgens Kouwenberg is het perceel niet bijzonder sterk stikstofleverend. Groenendaal is een oude, rijke tuinbouwgrond, waar in het verleden veel dierlijk mest op is gekomen. Naar inschatting van Kouwenberg is het een sterk stikstofleverende grond.

Tabel 6. **Perceelsgegevens, laag 0-30 cm**

| Perceel | Tijdstip meting | OS% | pH-KCl | Pw | P-Al | K-getal | MgO |
|-------------|-----------------|-----|--------|----|------|---------|-----|
| Doornheide | nov 2000 | 3,6 | 6,0 | 97 | 76 | 15 | 65 |
| Groenendaal | juni 2001 | 3,7 | 5,2 | 99 | 119 | 31 | 127 |

In de vroege andijvieteelten onder bedekking strooit Kouwenberg de stikstof voor het planten. De hoogte van de gift is afgestemd op de Nmin-voorraad na de winter (eind februari). In de overige teelten geeft hij geen stikstof vóór het planten, laat hij in de 2^e week na planten door Blgg een Nmin-monster nemen en bemest hij vervolgens bij. De stikstof wordt met een rijenstrooier op de bedden aangebracht, tussen de plantenrijen.

Afhankelijk van zijn inschatting of het perceel sterk of zwak mineraliseert en van de streefproductie, volgt Kouwenberg het advies van Blgg op of strooit hij meer of minder stikstof. Meestal is het minder. Om tot een betere kwaliteitsproductie te komen heeft Kouwenberg in zijn andijvieteelt het plantgetal verlaagd van de gangbare 70-80.000 planten per ha naar 60.000 planten per ha in de vroege teelt en zomerteelt en 50-55.000 planten per ha in de herfstteelt. Dat heeft geleid tot een lagere ziektedruk (minder aantasting door smet), minder geel omblad en daardoor minder schoningswerk bij de oogst. Het streefgewicht van de kroppen bij oogst is gelijk gebleven: maximaal 700 g per stuk. Een hoger gewicht mag hij op basis van het afzetcontract niet leveren. De streefproductie per ha is daardoor zo'n 20% lager en daardoor zal ook de stikstofopname lager zijn.

Wanneer de volgens advies berekende gift kleiner is dan 30 kg N per ha, strooit Kouwenberg meestal niets.

In de andijvieteelt van Kouwenberg blijven weinig gewasresten achter: naast de wortels, enkele van de buitenste bladeren van de plant (< 5). Naar schatting bedraagt de hoeveelheid bladafval < 3 ton per ha. Uitgaande van een stikstofgehalte van 1,8 kg N per ton bladafval², zou er dan met het bladafval < 6 kg N per ha achterblijven. Deze hoeveelheid is zo klein, dat de stikstoflevering door mineralisatie uit gewasresten buiten beschouwing is gelaten.

Daarentegen komt het wel regelmatig voor dat niet alle andijvieplanten worden geoogst, omdat ze niet geschikt zijn voor verkoop. Pleksgewijs blijven dan stukken planten staan, die worden ingefreesd. Op de perceelsdelen waar de toetsing is uitgevoerd, zijn geen planten ingefreesd. Organische mest was in 2003 op de betreffende percelen niet toegepast.

Mineralisatie uit gewasresten en organische mest leverde dus geen aftrekpost op voor de stikstofgift. Wat resteerde, is inspelen op de basismineralisatie van het perceel. In overleg met de teler is besloten om proefondervindelijk vast te stellen of nog verdere verlaging van de stikstofgift op de betreffende percelen mogelijk is, door kleine stukjes in het perceel wat lager te bemesten. Door dit meerdere keren achtereen te

² Bron: IKC-Landbouw, 1996. Kiezen uit Gehalten 3. Forfaitaire gehalten voor de Mineralenboekhouding.

herhalen (in meerdere plantingen en enkele jaren achter elkaar) kan de teler een beeld krijgen van het stikstofleverend vermogen van het perceel en of de stikstofgift al dan niet omlaag kan op dat perceel.

In half juli geplante andijvie op perceel Doornheide heeft Kouwenberg begin augustus 40 kg N per ha bemest. Een klein stuk op het perceel heeft hij onbemest gelaten.

Op perceel Groenendaal had Kouwenberg in de derde week van augustus twee verschillende rassen geplant: het zomerras Nuance en het herfstras Allure. Begin september liet hij de andijvie door een loonwerker bemesten à 80 kg N per ha. Bij het ras Allure zijn twee stukjes op het perceel niet bemest. Bedoeling was om ook één of twee stukjes 40 kg N per ha te geven, maar omdat het de loonwerker teveel tijd kostte om de kunstmeststrooier af te stellen op een andere dosering, is dit niet doorgegaan. Bij Nuance is geen onbemest stukje opgenomen.

Verder heeft Kouwenberg op perceel Groenendaal afwisselend enkele stroken met kalkammonsalpeter (KAS) laten bemesten en enkele stroken met Entec 26 (bij beide rassen). Bij Nuance heeft hij ook een strook dubbel laten bemesten met KAS. In tabel 7 is een overzicht van de teelten en de bemestingsvarianten weergegeven.

De stikstofmeststof Entec 26 bevat ca. 70% ammoniumstikstof en 30% nitraatstikstof. Ammonium wordt in de grond snel omgezet in nitraat (nitrificatie), in de zomer in twee dagen tijd. Maar aan Entec is een nitrificatieremmer toegevoegd, die deze omzetting sterk vertraagd (4-10 weken, afhankelijk van de bodemtemperatuur). Ammonium spoelt minder snel uit dan nitraat, maar is ook minder gemakkelijk voor het gewas beschikbaar. Een te langzame omzetting van ammonium naar nitraat kan daarom leiden tot stikstofgebrek. In het ideale geval wordt alle ammoniumstikstof geleidelijk omgezet in de periode vanaf toediening van de meststof tot aan de oogst van het gewas.

Na de oogst zijn bij de verschillende bemestingsvarianten Nmin-monster genomen. Daarbij is op de bedden gestoken (dus niet in de rijpaden). Omdat de stikstof uitsluitend op de bedden is gestrooid, zal deze wijze van monsternamen een overschatting geven van de daadwerkelijke Nmin-hoeveelheid per ha in met name de laag 0-30 cm (naar schatting maximaal 20%).

Tabel 7. **Overzicht teeltgegevens en bemestingsvarianten herfstteelten andijvie 2002, Kouwenberg**

| | perceel Doornheide | perceel Groenendaal | perceel Groenendaal |
|-----------------------------|------------------------------------|--|--|
| voorvrucht 2002 | vroege teelt | zomerteelt andijvie | zomerteelt andijvie |
| plantdatum | 17 juli (vroege herfstteelt) | 21 augustus (late herfstteelt) | 23 augustus (late herfstteelt) |
| ras | Nuance | Allure | Nuance |
| plantgetal (stuks per ha) | 60.000 | 50.000 | 50.000 |
| datum Nmin-monster | 30 juli | 3 september | 3 september |
| Nmin 0-30 cm | 72 kg N per ha | 34 kg N per ha | 34 kg N per ha |
| datum stikstofgift | 2 augustus | 7 september | 7 september |
| bemestingsvarianten: | | | |
| • standaardgift met KAS | 40 kg N per ha (volgens advies) | 80 kg N per ha (10 kg onder advies) | 80 kg N per ha (10 kg onder advies) |
| • geen N-gift | 0 kg N per ha | 0 kg N per ha | - ¹ |
| • standaardgift met Entec | - | 80 kg N per ha | 80 kg N per ha |
| • dubbele gift met KAS | - | - | 160 kg N per ha |
| oogstdatum: | 29 augustus | 25-29 oktober | 29 oktober |
| datum Nmin-monster na oogst | 5 september | 1 november | 1 november |

Noot:

1 Een streepje betekent dat deze variant niet is opgenomen op het betreffende perceel of bij het betreffende ras.

4.2 Bevindingen

4.2.1 Doornheide

De 17 juli geplante andijvie op perceel Doornheide moest vanwege schotvorming vroegtijdig worden geoogst. Het kropgewicht bedroeg 500 g. Op het onbemeste stuk waren de kroppen 50-70 gram per stuk lichter. De kwaliteit was gelijk. Andijvie wordt echter per kg uitbetaald en de prijs was op dat moment hoog: €0,48 per kg. Omgerekend naar een ha zou de financiële opbrengstderving maximaal €1728 hebben bedragen (60.000 planten per ha x 60 g x €0,48 per kg) tegenover een besparing van 40 kg N per ha (ca. €25).

Omdat andijvie in de volle groei wordt geoogst, zou een kleine groeiachterstand kunnen worden gecompenseerd door het gewas enkele dagen langer te laten groeien, mits de kwaliteit niet achteruitgaat. Maar door de schotvorming was uitstel van de oogst niet verantwoord. Het schot kan dan zover doorzetten, dat de kroppen niet meer verkoopbaar zijn. Er mag niet meer dan 4 cm schot in de kroppen zitten en het schot kan wel een cm per dag groeien.

Schot treedt jaarlijks op; afgelopen jaar had Kouwenberg er in meerdere andijvieteelten last van. De gewasgroei mag daarom niet worden vertraagd door een te laag stikstofaanbod, want door de kans op schot is eventueel uitstel van de oogst niet aan de orde.

Een lagere stikstofgift was dus niet mogelijk. Dit is niet uitsluitend aan het perceel toe te schrijven; ook de natte weersomstandigheden in de zomer hebben hierin een rol gespeeld. Het perceel was naar verwachting niet bijzonder sterk mineraliserend en wat uitspoelingsgevoeliger door de grofzandigheid. Tijdens de teelt viel er vrij veel neerslag, met name in de laatste week voor de oogst (ca. 70 mm, gemeten door het KNMI-weerstation te Gemert).

Door de natte groeiomstandigheden wortelde de andijvie ondiep: de meeste wortels bevonden zich in de bovenste 10 cm van de grond; op 40 cm diepte bevonden zich nog maar enkele wortels. Door de ondiepe beworteling heeft het gewas waarschijnlijk snel last gehad van uitspoeling.

De hoeveelheid N_{min} na de oogst in de laag 0-30 cm bedroeg 44 kg N per ha op het bemeste deel en 22 kg N per ha op het onbemeste stukje.

4.2.2 Groenendaal

Ras Allure:

In de late herfstteelt met het ras Allure op perceel Groenendaal trad geen verschil op in kropgewicht en kwaliteit tussen het onbemeste stuk, de met KAS bemeste stroken en de met Entec bemeste stroken. Het kropgewicht bedroeg gemiddeld 550 gram. Dat er zonder stikstofbemesting kon worden volstaan, kan mogelijk als volgt worden verklaard:

- De andijvie had redelijk goed geworteld: het merendeel van de wortels ging tot 45 cm diepte. Daardoor heeft het gewas ook stikstof uit de laag 30-45 cm kunnen opnemen. Hoeveel stikstof hierin begin september aanwezig was, is niet vastgesteld. Het bijmestadvies voor andijvie houdt er geen rekening mee (alleen de laag 0-30 cm).
- De andijvie op Groenendaal heeft niet of nauwelijks last gehad van uitspoeling. September en de eerste helft van oktober waren vrij droog. In de tweede helft van oktober viel op de meeste dagen een kleine hoeveelheid neerslag. Zware buien kwamen niet voor.
- Er heeft vermoedelijk een sterke mineralisatie plaatsgevonden.

Het is overigens niet zeker of er zonder bemesting voldoende stikstof beschikbaar zou zijn geweest om een kropgewicht van 700 gram te verkrijgen.

De stikstof die na oogst in de bodem achterbleef, was bij de bemeste perceelsdelen aanzienlijk hoger dan bij de onbemeste stukjes (tabel 8). Bij Entec was er iets meer stikstof in de laag 0-30 cm aanwezig dan bij KAS. De hoeveelheid ammoniumstikstof was bij beide nihil. Bij Entec was dus de ammonium binnen de periode tussen toediening en gewasoogst (zeven weken) geheel omgezet in nitraat. Het gebruik van Entec leverde echter geen voordeel op onder deze groeiomstandigheden.

Ras Nuance:

Het zomerras Nuance bleef in de herfst achter in groei. Het gemiddeld kropgewicht bedroeg ca. 400 gram. Er was geen verschil in kropgewicht en kwaliteit tussen de standaard stikstofgift met KAS of Entec of de dubbele KAS-gift. De (achterblijvende) groei van Nuance in de herfst kon dus niet door toediening van extra stikstof worden gestimuleerd.

Hoogst opmerkelijk was dat er op dit perceelsdeel een zeer hoge Nmin-voorraad na de oogst werd gemeten, waarvan een substantieel deel in ammoniumvorm (tabel 8). De Nmin-voorraad was veel hoger dan op grond van de stikstofgift verwacht zou worden. Het percentage ammonium in de laag 0-30 cm was bij de standaard gift KAS en Entec gelijk: 17% van de totale stikstof in de laag 0-30 cm. Bij de dubbele KAS-gift was het echter hoger: 28%.

Een verklaring voor deze afwijkende cijfers ontbreekt. Het is geen gevolg van de lagere productie. Daardoor is naar schatting slechts ca. 20 kg minder stikstof per ha opgenomen. Het is ook onwaarschijnlijk dat het een meetfout betreft, aangezien de hoge uitslagen bij alle drie de stroken werden gevonden.

Tabel 8. **Nmin op 1 november 2002 op perceel Groenendaal**

| Bemestingsvariant | Nitraat en ammonium per laag | | | | | | Totale hoeveelheid Nmin | | |
|--------------------------|------------------------------|-----|----------|-----|---------|-----|-------------------------|----------|---------|
| | 0-30 cm | | 30-60 cm | | 0-60 cm | | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-60 cm |
| | NO3 | NH4 | NO3 | NH4 | NO3 | NH4 | | | |
| <i>ras Allure:</i> | | | | | | | | | |
| geen stikstofbemesting | 20 | 0 | 36 | 0 | 56 | 0 | 20 | 36 | 56 |
| 80 kg N per ha als KAS | 90 | 5 | 63 | 0 | 153 | 5 | 95 | 63 | 158 |
| 80 kg N per ha als Entec | 107 | 6 | 66 | 0 | 173 | 6 | 113 | 66 | 179 |
| <i>ras Nuance:</i> | | | | | | | | | |
| 80 kg N per ha als KAS | 186 | 36 | 123 | 0 | 309 | 36 | 222 | 123 | 345 |
| 160 kg N per ha als KAS | 251 | 99 | 132 | 4 | 383 | 103 | 350 | 136 | 485 |
| 80 kg N per ha als Entec | 190 | 38 | 134 | 0 | 325 | 38 | 229 | 134 | 363 |

4.2.3 Slechte plekken in de percelen

Op plekken in de percelen met een slechtere bodemstructuur, bleef de andijvie sterk in groei achter. Het betrof o.a. een zandkop of (lagere) plekken waar langer water was blijven staan (structuurschade). Door extra stikstof te strooien op deze plekken, trok het gewas wel enigszins bij, maar bleef vaak nog steeds achter in groei.

5 Bedrijf Reinders, Sevenum

5.1 Opzet

De toetsing bij Reinders is uitgevoerd in een late winterteelt prei op het perceel Willems 2 (tabel 9). Dit betrof een huurperceel. Op dit perceel is in het verleden vaak varkensdrijfmest uitgereden. In 2002 is geen organische mest aangewend.

De prei is op 12 juli geplant, na een vroege teelt broccoli, die eind juni is geoogst. Reinders streefde ernaar de prei in de tweede helft van april te oogsten en daarna in de koelcel te bewaren. Op het grootste deel van het perceel heeft hij het ras Farinto geplant (een zaadvast ras). Daarnaast heeft hij een op een klein deel Kenton geplant (een hybride ras). De rijenafstand bedroeg 75 cm en er stonden twee rijen planten op een bed.

Op het perceelsdeel waar Kenton was geplant, was de bouwvoor iets dikker en de grond naar verwachting iets rijker dan op de rest van het perceel.

Tabel 9. **Perceelsgegevens Willems 2, laag 0-30 cm**

| Tijdstip meting | OS% | pH-KCl | Pw | P-Al | K-getal | MgO |
|------------------------|-----|--------|----|------|---------|-----|
| november/december 2001 | 1,8 | 6,3 | 94 | 82 | 14 | 122 |

Reinders bemest de prei gewoonlijk meerdere keren, zomogelijk in combinatie met het schoffelen. Hij heeft daarvoor een gecombineerde schoffelmachine met rijenstrooier, waarbij de strooislangen net voor de schoffels zijn gemonteerd. De korrels vallen op de schoffels, glijden naar de zijkant toe en komen daardoor naast de plantenrijen te liggen. De meststof wordt uitsluitend tussen de plantenrijen op de bedden gestrooid.

In gezamenlijk overleg tussen Reinders, de DLV-er die hem vanuit Telen met Toekomst begeleidt en de onderzoeker van PPO, is besloten om in de toetsing twee verschillende bijmestsystemen op te nemen en de Cultan-methode.

Cultan is rijenbemesting met een vloeibare ammoniummeststof, meestal een oplossing van zwavelzure ammoniak en ureum. De meststof (ammoniumwater genoemd) wordt als eenmalige gift naast of tussen de plantenrijen in de grond geïnjecteerd. Doordat de ammonium zeer geconcentreerd in de grond wordt gebracht, wordt de omzetting van ammonium naar nitraat (nitrificatie) vertraagd. Ammonium spoelt minder snel uit dan nitraat. Toevoeging van een nitrificatieremmer vertraagt de omzetting nog eens extra.

De gedachte achter Cultan is dat er een voorraad stikstof in de grond wordt gebracht (een ammoniumdepot) die langere tijd in de grond aanwezig blijft, omdat de stikstof niet gemakkelijk uitspoelt. De stikstof komt geleidelijk voor het gewas beschikbaar.

In juli en augustus heeft Reinders niet bemest, ervan uitgaande dat de prei de eerste zes weken voldoende heeft aan de stikstofnawerking uit de broccoligewasresten. In de derde week van augustus viel ruim 90 mm neerslag Direct daarna is de Nmin-voorraad gemeten en zijn de volgende bemestingsvarianten aangelegd in stroken:

1. *Cultan*

Begin september is eenmalig een stikstofgift à 200 kg N per ha toegediend volgens de Cultan-methode. Het ammoniumwater is midden tussen de plantenrijen op de bedden geïnjecteerd. Aan het ammoniumwater was de nitrificatieremmer Didin toegevoegd. De hoogte van de stikstofgift is volgens gangbare praktijk in regio ZON. Hiermee wordt beoogd dat er na de winter nog voldoende stikstof in de grond aanwezig is voor de hergroei van het gewas.

Eind augustus is nog wel een kleine hoeveelheid kalkammonsalpeter (KAS) gestrooid, omdat de bodemvoorraad stikstof op dat moment laag was en de wortels van de planten nog niet zover waren

ontwikkeld dat ze midden tussen de plantenrijen waren aangekomen en dus nog niet over het ammoniumdepot konden beschikken.

2. *NBS-Stikstof^{plus}, met Entec*

Bij deze variant is een stikstofbijmeststelsysteem (NBS) toegepast, volgens de advisering van Blgg (Stikstof^{plus}). Blgg maakt onderscheid tussen een zaadvast en hybride ras en hanteert ook een hogere buffer dan de Adviesbasis Bemesting³. Verder wordt een aftrek berekend voor de mineralisatie uit gewasresten en organische mest. Vóór de winter is als meststof Entec gebruikt (zie paragraaf 4.1) en na de winter KAS.

3. *NBS-intensief*

Bij deze variant is een NBS toegepast, gebaseerd op de Adviesbasis Bemesting³. Voor het zaadvaste ras Farinto is uitgegaan van de stikstofopnamecurve voor de late winterteelt zoals die in de Adviesbasis staat. Omdat hybride rassen productiever zijn en sneller groeien, is voor Kenton uitgegaan van een 20% hogere stikstofopname. De geschatte nawerking van de gewasresten broccoli is van de gift afgetrokken. De nawerking is geschat m.b.v. Minip (zie bijlage 2).

Gepland is om steeds bij te bemesten voor een korte periode (vier weken), waardoor de bodemvoorraad stikstof laag blijft en er nooit veel ineens kan uitspoelen. De bemesting zou daarbij dan kunnen worden gecombineerd met het schoffelen.

Vóór de winter is aanvankelijk met KAS bemest en de laatste gift met Entec. Die laatste gift is afgestemd op de stikstofopname door het gewas tot aan de winter en op het begin van de hergroei na de winter (tot ca. 1 maart). Met Entec werd beoogd dat de ammoniumstikstof die vlak voor de winter in de grond zit, door de lage bodemtemperatuur in de winter nauwelijks wordt omgezet in nitraat, daardoor niet uitspoelt en beschikbaar blijft voor het gewas als de hergroei begint. Na de winter is met KAS bemest.

De meststoffen zijn uitsluitend tussen de plantenrijen op de bedden gestrooid en niet in de rijsporen. Er is dus om en om tussen de plantenrijen bemest. Daardoor is de meststofgift voor een ha in feite slechts op de halve oppervlakte gestrooid en is de meststofconcentratie tussen de plantenrijen op de bedden dubbel zo hoog als bij een volveldstoediening. De stikstofvoorraad per ha is dan het gemiddelde van de stikstofhoeveelheid tussen de plantenrijen waar wel is bemest en van de hoeveelheid tussen plantenrijen waar niet is bemest.

Bij beide NBS-systemen zijn de Nmin-monsters door Blgg gestoken en geanalyseerd (nitraat en ammonium). Blgg steekt de monsters op de bedden. Om te voorkomen dat de Nmin-voorraad per ha daardoor te hoog wordt ingeschat, is bij NBS-intensief de helft van de meetuitslag genomen. Bij NBS-Stikstof^{plus} is het advies van Blgg opgevolgd.

Tabel 10. **Overzicht teeltgegevens en bemestingsvarianten late winterteelt prei 2002/2003, Reinders**

| | |
|---|---|
| voorvrucht 2002 | broccoli |
| plantgetal prei (stuks per ha) | 130.000 |
| data Nmin-bemonstering voor bepaling van de bijmestgift | 23 juli, 26 augustus, 23 september, 15 oktober, 12 februari |
| data Nmin-bemonstering voor bepaling winterverlies | 18 december en 10 februari |
| oogst Farinto – systeem ‘Cultan’ | 4 april |
| oogst overige varianten | 11 april |

Data stikstofbemesting en gebruikte meststoffen:

| | <i>systeem ‘Cultan’</i> | <i>systeem ‘NBS-Stikstof^{plus}’</i> | <i>systeem ‘NBS-intensief’</i> |
|-------------|-------------------------------|--|--------------------------------|
| 30 augustus | KAS | Entec | KAS |
| 9 september | ureum-ammoniumsulfaat + Didin | | |
| 18 oktober | | Entec | Entec |
| 27 februari | | KAS | KAS |
| 14 maart | KAS | | |

³ Zie: Dijk, W. van. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Publicatie nr. 96, maart 1999. PAV-Lelystad.

Om het stikstofverlies in de winter te bepalen is op 18 december en 10 februari bij elke bemestingsvariant een grondmonster genomen op de bedden, waarbij op intensieve wijze is bemonsterd (zie bijlage 3).

5.2 Bevindingen

In tabel 11a is een overzicht gegeven van de stikstofgiften. In tabel 11b is weergegeven hoe de stikstofgiften zijn bepaald. Het gewas wortelde vóór de winter tot ca. 35 cm diepte. Bij de bepaling van de bijmestgiften is daarom uitgegaan van de Nmin-voorraad in de laag 0-30 cm. Omdat bij Kenton en Farinto het verschil in berekende stikstofgift vaak klein was, is de gift veelal gelijk gehouden. De uitgangspunten bij NBS-intensief en Stikstof^{plus} bleken behoorlijk van elkaar te verschillen ten aanzien van de stikstofopname en de geschatte mineralisatie uit de gewasresten broccoli.

In september was het gewas nog maar matig ontwikkeld. Er was geen zichtbaar verschil tussen de drie bemestingsvarianten. Wel was er een duidelijk rasverschil: Kenton was forser ontwikkeld dan Farinto en zal ook meer stikstof hebben opgenomen.

De uitslagen van de Nmin-meting op 23 september gaven bij Kenton nogal hoge waarden aan (tabel 11b). In tabel 11c is berekend welke bodemvoorraad stikstof werd verwacht op basis van de stikstofaanvoer en -afvoer. In de periode van 30 augustus tot 23 september viel er weinig regen en is geen uitspoeling opgetreden.

Verder was het merkwaardig dat de meetwaarde bij NBS-intensief bijna gelijk was aan de meetwaarde bij NBS-Stikstof^{plus}, terwijl er bij NBS-Stikstof^{plus} 35 kg N per ha meer was gestrooid. Aangezien er geen zichtbaar verschil was in gewasontwikkeling, is het onwaarschijnlijk dat bij NBS-Stikstof^{plus} de opname door het gewas 35 kg N per ha hoger is geweest dan bij NBS-intensief.

De hoge, onregelmatige uitslagen kunnen samenhangen met variatie in het perceel, maar het is ook goed mogelijk ze een gevolg zijn van de niet-homogene verdeling van de stikstof. Wanneer toevallig meer of minder vaak in de meststofband wordt gestoken (waar de stikstofconcentratie veel hoger is dan op de rest van het perceel) kan dit de uitslag sterk beïnvloeden.

Begin oktober traden zichtbare verschillen op in gewasontwikkeling tussen de drie bemestingsvarianten. De volgens Cultan bemeste prei was het beste gegroeid, het donkerste groen van kleur en oogde het friste. Bij NBS-intensief stond het gewas het slechtst: de planten waren wat ieler en lichter van kleur. Ook bij NBS-Stikstof^{plus} was de gewasstand minder goed dan bij Cultan, maar wel beter dan bij NBS-intensief. Bij Kenton waren de verschillen groter dan bij Farinto. Verder bleef bij NBS-intensief de gewasgroei op de slechtere plekken in het veld sterker achter dan bij NBS-Stikstof^{plus}. Bij Cultan tekenden de slechtere plekken zich nauwelijks af.

Het gewas was begin oktober over het geheel nog steeds matig ontwikkeld en de stikstofopname zal niet hoger zijn geweest dan gemiddeld (volgens de opnamecurve uit de Adviesbasis Bemesting). Verder was september warm en is het onwaarschijnlijk dat de mineralisatie laag was. Bovendien treedt naast de mineralisatie uit de broccoligewasresten ook basismineralisatie uit de bodemorganischestof op, die niet is meegeteld.

Dat het gewas blijkbaar toch stikstoftekort had, kan erop wijzen dat bij NBS-intensief de Nmin-voorraad in de grond op 23 september te hoog is ingeschat. Ook is het mogelijk dat de stikstof onvoldoende goed beschikbaar was voor het gewas. September en de eerste helft van oktober waren vrij droog en op het perceel is niet beregend. Mogelijk spoelde de gestrooide stikstof onvoldoende goed de bouwvoor in en kwam daardoor niet goed bij de wortels. Dit kan met name de beschikbaarheid van de stikstof uit Entec negatief hebben beïnvloed (bij NBS-Stikstof^{plus}). Zolang de stikstof in ammoniumvorm is, blijft deze in de bovenste centimeters van de bodem gebonden. Deze toplaag droogt snel uit, waardoor de plantenwortels de aanwezige stikstof moeilijk kunnen opnemen. Pas na omzetting naar nitraat kan de stikstof dieper de bouwvoor inspoelen. Aangezien de omzetting van ammonium naar nitraat geleidelijk plaatsvindt, zal het regelmatig moeten regenen om telkens de gevormde nitraatstikstof in te spoelen. Bij Cultan is de meststof op ca. 15 cm diepte in de bouwvoor geïnjecteerd, waardoor de stikstof goed beschikbaar is voor het gewas.

In november verdween het verschil in (visuele) gewasstand en kleur tussen Cultan en NBS-Stikstof^{plus}. Bij NBS-intensief bleef het gewas nog wel achter (kleinere planten, lichter van kleur) en het is uiteindelijk lichter ontwikkeld de winter ingegaan. De gewasgroei eindigde op 7-8 december, toen een vorstperiode aanbrak. Over het geheel genomen had het gewas zich in de periode vóór de winter matig ontwikkeld en zal ook de stikstofopname relatief laag zijn geweest.

Tot dusver was Reinders het beste te spreken over Cultan, vanwege de betere gewasontwikkeling en de geringe arbeidsinzet. Wel had hij twijfels of er na de winter nog voldoende stikstof aanwezig zou zijn voor de hergroei tot na half april.

Bij de Nmin-meting van 18 december viel op dat bij Cultan het grootste deel van de stikstof in de laag 30-60 cm zat. Het stikstofdepot bleek te zijn uitgezakt. De grond is bij geconcentreerde toediening van ammonium namelijk niet in staat om alle ammonium te binden op de plaats van toediening. Ca. de helft van de stikstof in de laag 0-60 cm was nog in ammoniumvorm.

De tweede helft van december was erg nat. In januari en de eerste 10 dagen van februari viel een normale hoeveelheid neerslag voor die periode van het jaar. Op 10 februari was de stikstofconcentratie met ruim de helft afgenomen. In de laag 0-30 werd bijna geen stikstof meer aangetroffen.

Bij NBS-Stikstof^{plus} en NBS-intensief (Entec-gift op 15 oktober) zat op 18 december de meeste stikstof in de laag 0-30 cm, waarvan de helft in ammoniumvorm. In de laag 30-60 zat voornamelijk nitraatstikstof. Op 10 februari was de stikstofconcentratie in de laag 0-30 cm met 1/3 afgenomen. In de laag 30-60 was bijna alle stikstof verdwenen.

Hoewel Cultan en Entec bekend staan als minder uitspoelingsgevoelig, zijn ze zeker niet ongevoelig en bleek in de winter toch een deel van de stikstof te verdwijnen.

Tabel 11a. **Overzicht uitslagen Nmin-metingen juli en augustus en stikstofgiften in de late winterteelt prei 2002/2003, Reinders**

| | Cultan | NBS-Stikstof ^{plus} | NBS-intensief |
|------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| Nmin 0-30 cm op 23 juli | 57 kg N per ha | 57 kg N per ha | 57 kg N per ha |
| Nmin op 26 augustus 0-30 cm | 18 | 18 | 18 |
| 30-60 cm | 67 | 67 | 67 |
| stikstofgift 30 augustus | beide rassen: 35 kg N per ha (KAS) | beide rassen: 70 kg N per ha (Entec) | beide rassen: 35 kg N per ha (KAS) |
| stikstofgift 9 september | 200 kg N per ha (Cultan) | | |
| stikstofgift 18 oktober | | beide rassen: 40 kg N per ha (Entec) | Farinto: 40 kg N per ha (Entec) Kenton: 50 kg N per ha (Entec) |
| stikstofgift 27 februari | | beide rassen: 80 kg N per ha (KAS) | beide rassen: 80 kg N per ha (KAS) |
| stikstofgift 14 maart | 70 kg N per ha (KAS) | | |
| totaal toegediende stikstof | 305 kg N per ha | 190 kg N per ha | 155-165 kg N per ha |

Tabel 11b. **Bepaling van de stikstofgiften (kg N per ha)**

| | NBS-Stikstof ^{fp} (Blgg) | | NBS-intensief | |
|--|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Farinto | Kenton | Farinto | Kenton |
| N-opname gewas 23 juli tot begin september | 9 | 11 | 20 | 25 |
| buffer | 75 | 75 | 50 | 50 |
| Nmin 0-30 cm op 23 juli | -57 | -57 | -57 | -57 |
| nawerking gewasresten | <u>-3</u> | <u>-3</u> | <u>-32</u> | <u>-32</u> |
| berekende gift | 24 ¹ | 26 ¹ | 0 | 0 |
| N-opname gewas 26 augustus tot 7 oktober | 17 | 21 | | |
| N-opname gewas 26 augustus tot eind september | | | 25 | 30 |
| buffer | 75 | 75 | 40 | 40 |
| Nmin 0-30 cm op 26 augustus | -18 | -18 | -18 | -18 |
| nawerking gewasresten | <u>-3</u> | <u>-3</u> | <u>-15</u> | <u>-15</u> |
| berekende gift | 71 | 75 | 32 | 37 |
| N-opname gewas 23 september tot 4 november | | 21 | | |
| N-opname gewas 23 september tot 15 oktober | | | 15 | 20 |
| buffer | | 75 | 30 | 30 |
| Nmin-meting 0-30 cm op 23 juli | | -156 | 85 | 149 |
| geschatte Nmin-voorraad per ha 0-30 cm | | | -42 ² | -42 ³ |
| nawerking gewasresten | ⁻⁴ | <u>-2</u> | <u>-7</u> | <u>-7</u> |
| berekende gift | | 0 | 0 | 1 |
| N-opname gewas 15 oktober tot de 26 november | | 19 | | |
| N-opname gewas 15 oktober tot 1 maart | | | 45 | 50 |
| buffer | | 75 | 30 | 30 |
| Nmin-meting 0-30 cm op 15 oktober ⁵ | | -54 | 44 | 28 |
| geschatte Nmin-voorraad per ha 0-30 cm | | | -22 ² | -14 ² |
| nawerking gewasresten | | 0 | <u>-15</u> | <u>-15</u> |
| berekende gift | ⁻⁴ | 40 | 38 | 51 |
| N-opname gewas 12 februari tot 23 april | | 56 | | |
| N-opname gewas 1 maart tot 4 ^e week april | | | 60 | 70 |
| buffer | | 75 | 50 | 50 |
| Nmin-meting 0-50 cm op 12 februari | | -8 | | |
| aanname Nmin-voorraad per ha 0-30 cm 1 maart | | | -10 ⁶ | -10 ⁶ |
| nawerking gewasresten | | <u>-2</u> | <u>-5</u> | <u>-5</u> |
| berekende gift | ⁻⁴ | 121 ⁷ | 95 ⁷ | 105 ⁷ |

Noten:

1. Het advies is niet opgevolgd: er is geen stikstof gestrooid.
2. De gemeten voorraad (op het bed) is door twee gedeeld.
3. Zie tabel 11c
4. Bij Farinto is niet gemeten. De adviesgift voor Kenton is overgenomen.
5. Bij de grondmonsternamen is afwisselend naast de plantenrijen gestoken (in de meststofband) midden tussen de rijen.
6. De Nmin-voorraad is niet gemeten. Er werd een lage voorraad verwacht en daarom is een forfaitaire waarde van 10 aangenomen.
7. Het advies is niet opgevolgd: er is een lagere gift gestrooid.

Tabel 11c. **Verwachte N-voorraad bodem op 23 september (kg N per ha)**

| | NBS-stikstof ^{plus} | | NBS-intensief | |
|---|------------------------------|--|---------------|--------|
| | Kenton | | Farinto | Kenton |
| Nmin 0-30 cm op 26 augustus | 18 | | 18 | 18 |
| N-gift op 30 augustus | 70 | | 35 | 35 |
| nawerking gewasresten 26 aug tot 23 sep | 14 | | 14 | 14 |
| geschatte N-opname gewas 26 aug tot 23 sep ⁸ | -25 | | -15 | -25 |
| restant in bodem | 77 | | 52 | 42 |

Noot:

8. Schatting op grond van de gewasontwikkeling.

Tabel 12. **Gemeten stikstofconcentratie op de bedden, uitgedrukt in kg N per ha**

| Systeem | 18 december 2002 | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Kenton | | | | Farinto | | | |
| | N-totaal | | ammonium | | N-totaal | | ammonium | |
| | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm |
| Cultan | 38 | 123 | 12 | 60 | 20 | 132 | 6 | 73 |
| NBS-N ^{plus} | 34 | 27 | 16 | 4 | 28 | 15 | 16 | 0 |
| NBS-intensief | 31 | 19 | 18 | 5 | 19 | 16 | 10 | 0 |

| | 10 februari 2003 | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Kenton | | | | Farinto | | | |
| | N-totaal | | ammonium | | N-totaal | | ammonium | |
| | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm |
| Cultan | 8 | 52 | 0 | 35 | 8 | 69 | 0 | 53 |
| NBS-N ^{plus} | 22 | 8 | 8 | 0 | 20 | 5 | 11 | 0 |
| NBS-intensief | 14 | 4 | 5 | 0 | 21 | 4 | 11 | 0 |

Noot:

1. Er is alleen op de bedden gestoken (waar ook de meststoffen zijn toegediend). De meetuitslagen zijn weliswaar uitgedrukt in kg N per ha, maar betreffen niet de werkelijke hoeveelheid stikstof die per ha aanwezig is. Om die te kunnen bepalen, moet ook bekend zijn hoeveel stikstof er tussen de plantenrijen in de grond zit waar niet is bemest.

Vanaf half februari begon het gewas te hergoeien. In maart was de prei bij NBS-intensief nog steeds zichtbaar achter in groei. In de tweede week van maart leek ook bij Cultan de groei van het gewas iets achter te blijven. Reinders besloot geen risico te nemen en met KAS bij te bemesten. De groei van het ras Kenton was na de winter duidelijk sterker dan van Farinto.

Begin april waren er geringe zichtbare verschillen tussen de bemestingsvarianten. Bij NBS-Stikstof^{plus} waren de planten het best ontwikkeld en het dikst. Bij NBS-intensief en bij Cultan waren de planten iets minder goed ontwikkeld en iets dunner. Er was geen duidelijk zichtbaar verschil in gewasstand tussen Cultan en NBS-intensief.

Het verschil tussen de rassen was beduidend groter dan de verschillen tussen de bemestingsvarianten. Bij Kenton oogde het gewas ongeveer twee keer zo fors als bij Farinto. De planten waren hoger en dikker.

Omdat Reinders van de verhuurder het perceel vrij moest maken voor de teelt van aardappelen, is de prei eerder geoogst dan gepland. De variant Farinto-Cultan is 4 april geoogst, de overige varianten 11 april. Na oogst is de prei bewaard in de koelcel tot half mei. Na bewaring en veilingklaar maken is de netto-opbrengst en kwaliteit vastgesteld.

Bij Kenton was er geen duidelijk verschil in netto-opbrengst en kwaliteit tussen de drie bemestingsvarianten. Bij Farinto kon dit niet worden beoordeeld omdat de Cultan-variant niet gelijktijd was geoogst en omdat de prei van de strook NBS-Stikstof^{plus} rot uit de bewaring kwam (niet als gevolg van de bemesting). De netto-opbrengst van Kenton was 40% hoger dan van Farinto (met elkaar vergeleken bij de variant NBS-intensief). Behalve door het ras is dit verschil misschien ook deels veroorzaakt door het verschil van de grond binnen het perceel.

Het idee dat voor de late winterteelt met een eenmalige gift via de Cultan-methode kan worden volstaan, ging op dit perceel niet op, waardoor de totale stikstofaanvoer bij het systeem 'Cultan' fors hoger was dan bij de beide bijmestsystemen. Cultan gaf echter aanvankelijk wel de beste gewasontwikkeling, vermoedelijk door de gunstige plaatsing van de stikstof in de grond. Een alternatief zou daarom kunnen zijn: toediening van een lagere stikstofgift met Cultan (ca. 100 kg N per ha) voor de groeiperiode tot aan de winter en na de winter bijbemesten met een korrelmeststof. Dit wordt mogelijk in 2003 in de toetsing opgenomen. Na de winter raakte het gewas bij het systeem 'Cultan' zijn voorsprong volledig kwijt. Met de beide bijmestsystemen bleef de totale stikstofaanvoer onder de Minas-norm (225 kg N per ha). Bij NBS-intensief was de gift weinig lager dan bij NBS-Stikstof^{fplus}, terwijl de gewasontwikkeling vóór de winter wel slechter was.

Na de ervaring van 2002 ziet Reinders als beste bemestingsstrategie voor de late winterteelt: eerst bijbemesten met KAS, vervolgens in het najaar met Entec en na de winter met KAS of Entec, of zomogelijk een lagere Cultan-gift vóór de winter en na de winter bijbemesten met KAS of Entec.

6 Bespreking

In de toetsing op de drie groentebedrijven is onder meer bekeken is of de stikstofgift kan worden verlaagd door beter in te spelen op mineralisatie van stikstof uit gewasresten en organische mest. De besparing die dat opleverde (ten opzichte van de gangbare gift van de teler), varieerde van niets tot enkele tientallen kilo's stikstof per ha. In de herfstteelt Chinese kool bij Franken leverde de verwachte mineralisatie uit de champost en de gewasresten spinazie een aftrekpost op van 20-30 kg N per ha. In de andijvieteelt bij Kouwenberg leverde het geen aftrek op. Er bleven nauwelijks gewasresten achter van de voorgaande teelt andijvie. De te verwachten mineralisatie uit gewasresten was daarom nihil.

In de late winterteelt prei bij Reinders werd door toepassing van een stikstofbijmeststelsel (NBS) volgens het advies van Stikto^{fplus} (Blgg) ruim 100 kg stikstof per ha bespaard ten opzichte van Cultan-bemesting volgens praktijk. Daarnaast werd een nog scherper NBS gehanteerd, dat zich van Stikto^{fplus} onderscheidde door een lagere buffer en een hogere aftrek voor de mineralisatie uit de gewasresten van de voorgaande teelt broccoli. Hierdoor kwam de totale stikstofgift enkele tientallen kilo's stikstof per ha lager uit, maar het systeem bracht een onacceptabel risico met zich mee: een achterblijvende gewasgroei. In dit geval had het uiteindelijk geen duidelijk nadelige gevolgen voor de marktbaar opbrengst en kwaliteit, maar de kans hierop is bij achterblijvende gewasgroei wel groter.

Weersomstandigheden

Naast mineralisatie zijn er meerdere processen die invloed hebben op de beschikbaarheid van stikstof voor het gewas dan wel op de stikstofgift: de weersomstandigheden, de beworteling van het gewas, de betrouwbaarheid van de Nmin-meting en de perceelskwaliteit. In de Chinese-koolteelt had achteraf gezien met een nog lagere stikstofgift kunnen worden volstaan, maar dat kwam vooral (of misschien uitsluitend) dankzij het droge weer in september en de eerste helft van oktober. In de late herfstteelt andijvie op perceel Groenedaal kon 90 kg N per ha worden bespaard ten opzichte van de adviesgift. Dit kwam eveneens omdat er niet of nauwelijks uitspoeling optrad in september en oktober. Verder speelde mee dat het gewas goed had geworteld en dat het perceel waarschijnlijk sterk mineraliseerde. De vroege herfstteelt andijvie op perceel Doornheide kon daarentegen niet lager worden bemest. De natte weersomstandigheden speelden hierbij een cruciale rol: de andijvie wortelde hierdoor ondiep en de stikstof zal door uitspoeling al snel buiten het bereik van wortels zijn gekomen.

De mineralisatie van stikstof uit organische mest en gewasresten kan men tot op zekere hoogte voorstellen. Ook kan men inspelen op de kwaliteit en overige mineralisatie van het perceel. Door perceelsgericht te bemesten is zomogelijk een besparing op de stikstofgift te behalen, als het een sterker mineraliserend perceel betreft en de mineralisatie van de grond goed kan worden ingeschat. In 2003 wordt getoetst of via meting van de potentiële mineralisatie van de grond er scherper kan worden bemest.

Risico's

Het weer is echter een onvoorspelbare factor. Met name bij ondiep wortelende gewassen hebben neerslag en uitspoeling grote invloed op de beschikbaarheid van stikstof. De kans op uitspoeling speelt dan ook een belangrijke rol in de risicobeleving en het bemestingsgedrag van de telers.

Bijbemesten (na hevige regen) is lang niet in alle gewassen mogelijk. In kropvormende gewassen, zoals sla, andijvie en Chinese kool kan voor het laatst bij begin kropvorming nog goed worden bijbemest met een korrelmeststof (drie tot vier weken na planten in een herfstteelt). Na begin kropvorming is de stikstofbehoefte van het gewas het grootst. Bijbemesting via bespuitingen met ureum of urean (à 10-15 kg N per ha per keer) is tot op zekere hoogte wel mogelijk, maar het is een noodmaatregel, waar enig risico aanzit (bladverbranding).

Een ruimere bemesting, waarbij rekening wordt gehouden met mogelijk verliezen tijdens de teelt, is voor de teler een verzekering dat het gewas niet snel tekort heeft. Als er geen of weinig uitspoeling optreedt, is er achteraf gezien teveel bemest, maar dat weegt financieel minder zwaar dan te weinig bemesten. De financiële schade door opbrengst- en kwaliteitsderving als gevolg van stikstoftekort is veel groter dan de kosten van de extra stikstof. Dit werd duidelijk geïllustreerd in de andijvie op perceel Doornheide, waar een verlaging met 40 kg N per ha resulteerde in een te krappe bemesting en een financiële opbrengstderving van €1700 per ha zou hebben gegeven.

Ook in de late winterteelt prei leidde een te krappe stikstofgift, bij de scherpe NBS-variant, tot een duidelijk zichtbaar, achterblijvende gewasgroei. Mogelijk speelde hierbij ook een minder goede benutting van de stikstof door het gewas een rol. Verder bleef bij een krappe bemesting de gewasgroei op de slechtere plekken in het perceel sterker achter dan bij een ruimere bemesting.

Bontheid percelen

Slechte plekken in het perceel dan wel achterblijvende gewasgroei zijn voor telers vaak een reden om extra stikstof te geven. Toch blijkt dit niet altijd een afdoende remedie te zijn. Voor het vinden van een oplossing zal men zich eerst moeten richten op de oorzaak, zoals slechtere structuur, plaatselijke lagere pH of bodemziekten en -plagen (bijvoorbeeld aaltjes) en vervolgens daar iets aan proberen te doen. Goede begeleiding, aanbod van kennis en eventueel aanvullend onderzoek op praktijkpercelen zijn daarbij van essentieel belang.

Het komt echter regelmatig voor dat de teelt plaatsvindt op huurpercelen. Indien zo'n perceel slechts voor één of enkele jaren wordt gehuurd, is voor de huurder vaak niet rendabel om het perceel te verbeteren.

Minder uitspoelingsgevoelige meststoffen

Toepassing van de duurdere, minder-uitspoelingsgevoelige meststof Entec is ook een verzekeringspremie om stikstoftekort door uitspoeling te voorkomen. Het succes ervan hangt echter samen met de groeiomstandigheden en de toedieningswijze. In de toetsing van 2002 kwam geen duidelijk voordeel naar voren. In de andijvieteelt op perceel Groenendaal was een stikstofgift overbodig. In de late winterteelt prei leek de stikstof uit Entec aanvankelijk zelfs minder goed te worden benut door het gewas, waarschijnlijk door de droogte in combinatie met de oppervlakkige ligging van de meststofkorrels. Wanneer de meststof dieper in de bouwvoor was geplaatst, zoals bij Cultan, was de werking wellicht beter geweest.

Ook via ammoniumdepotbemesting (Cultan) wordt beoogd dat minder stikstofverlies optreedt. Uit eerder onderzoek van PPO is echter gebleken dat het stikstofverlies bij Cultan niet kleiner is dan bij gedeelde giften met KAS. In de late winterteelt prei bij Reinders was het met Cultan niet mogelijk om met een eenmalige stikstofgift begin september te volstaan tot aan de oogst in april. Er moest na de winter alsnog worden bijbemest en de totale stikstofgift kwam fors hoger uit dan bij NBS.

Nmin-meting

Bij Reinders kwam nog een andere belangrijk probleem naar voren dat zich in praktijk vaak voordoet: de onnauwkeurigheid van een Nmin-meting bij niet-uniforme verdeling van stikstof in de grond na rijenbemesting. In praktijk wordt in de preiteelt veelvuldig met een rijenstrooier bijbemest. Er is vooralsnog geen methode om op snelle en goedkope wijze de Nmin-voorraad toch betrouwbaar te kunnen vaststellen. In het onderzoek van geleide bemesting in 2003 zal worden getracht een oplossing te vinden voor dit probleem. Afgezien van de verdeling van de stikstof in de grond, komen soms sowieso rare, sterk afwijkende Nmin-uitslagen voor, waar geen verklaring voor is.

Om op het scherpst van de snede te kunnen bemesten, is mineralisatie slechts één van de vele factoren die van invloed zijn. Men moet ook de bodemvoorraad stikstof nauwkeurig kunnen meten, de gewasopname nauwkeurig kunnen voorspellen en de uitspoelingsgevoeligheid van het perceel goed kunnen inschatten. Verder mag de benutting van de stikstof niet worden benadeeld door droogte, slechte beworteling, slechte structuur of bodemziekten en -plagen. Op heterogene percelen zou men pleksgewijs moeten bemesten. Kennis en inzicht zijn hierbij van groot belang en goede, betrouwbare meetmethoden zijn onmisbare hulpmiddelen. Daarbij mogen de kosten van de metingen of bemestingsmaatregelen niet hoger zijn dan de financiële besparing op stikstof die het oplevert.

Bijlage 1. Uitgangspunten mineralisatieberekening Franken

In deze bijlage zijn de uitgangspunten weergegeven die zijn gebruikt voor het berekenen van de stikstofnawerking uit de champostgift en de op 25 mei ondergewerkte spinazie bij Franken m.b.v. Minip.

Champost

| | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Gift: | 80 m ³ per ha op 4 januari |
| Dichtheid: | 550 kg m ³ |
| Gewicht: | 44 ton per ha |
| Gehalte N-org | 7,1 g per kg |
| Totale hoeveelheid Norg | 312 kg N per ha |
| C/N-quotiënt organische stof | 13 |
| Humificatiecoëfficiënt: | 0,5 |
| Initiële leeftijd | 1,95 |

Ondergewerkte spinazie

De ondergewerkte spinazie was in het voorjaar goed gegroeid. Wanneer het gewas was geoogst, zou de opbrengst volgens schatting van Franken ca. 30 ton per ha hebben bedragen.

| | |
|--|---------------------|
| Opbrengst geoogst product | 30 ton per ha |
| Verhouding oogstproduct : bovengrondse oogstresten | 7 : 5 |
| Bovengrondse oogstresten | 21 ton per ha |
| N-gehalte oogstproduct | 3,5 kg per ton vers |
| N-gehalte gewasresten | 2,3 kg per ton vers |
| Totale N-opname bovengrondse delen | 153 kg N per ha |
| C/N-quotiënt organische stof | 9 |
| Humificatiecoëfficiënt | 0,2 |
| Initiële leeftijd | 1 |

De stikstof in de wortels is buiten beschouwing gelaten.

Bijlage 2. Uitgangspunten mineralisatieberekening Reinders

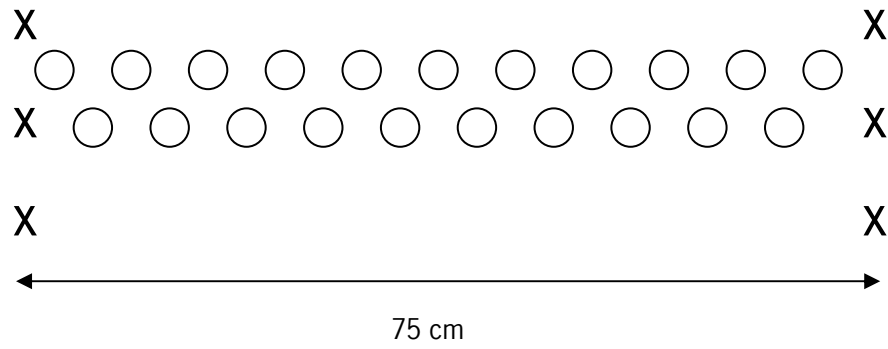
In deze bijlage zijn de uitgangspunten weergegeven die zijn gebruikt voor het berekenen van de stikstofnawerking uit de gewasresten broccoli bij Reinders m.b.v. Minip. De broccoli is eind juni geoogst, waarna de gewasresten zijn ondergewerkt. Het gewas was goed ontwikkeld; de opbrengst bedroeg 11 ton per ha.

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| N-opname bovengrondse gewasresten | 155 kg N per ha |
| C/N-quotiënt organische stof | 13 |
| Humificatiecoëfficiënt | 0,275 |
| Initiële leeftijd | 1,2 |

De stikstof in de wortels is buiten beschouwing gelaten.

Bijlage 3. Intensieve Nmin-bemonstering

Op 18 december en 10 februari is in de late winterprei van Reinders op intensieve wijze op de bedden bemonsterd. Hieronder is een schematische voorstelling weergegeven van die bemonstering.



- X = planten
- = steek met de monsterboor