

Minder en anders bemesten

*Onderzoeksresultaten tuinbouw op
klei. Rozendaal, kool 2010*

*B.G.H. Timmermans, G.J. van der
Burgt, C. ter Berg*

In Nederland vindt het meeste onderzoek voor biologische landbouw en voeding plaats in voornamelijk door het ministerie van LNV gefinancierde onderzoeksprogramma's. Aansturing hiervan gebeurt door Bioconnect, het kennisnetwerk voor de Biologische Landbouw en Voeding in Nederland (www.bioconnect.nl). Hoofduitvoerders van het onderzoek zijn de instituten van Wageningen UR en het Louis Bolk Instituut. Zij werken in de cluster Biologische Landbouw (LNV gefinancierde onderzoeksprogramma's) nauw samen. Dit rapport is binnen deze context tot stand gekomen.

De resultaten van de onderzoeksprogramma's vindt u op de website www.biokennis.nl. Vragen en/of opmerkingen over het onderzoek aan biologische landbouw en voeding kunt u mailen naar: info@biokennis.nl.

© [2010] Louis Bolk Instituut
Minder en anders bemesten,
Onderzoeksresultaten tuinbouw op klei, Rozendaal, kool, 2010
Timmermans, van der Burgt en ter Berg
30 pp.,
Bemesting, gras/klaver, maaimeststoffen, Publicatienummer
2010-027 LbP

Voorwoord

In het vierjarige project 'Minder en Anders bemesten' is tussen 2007 en 2010 onderzocht op wat voor innovatieve wijzen de bemesting ingericht kan worden om bij te dragen aan de drie P's van de duurzame productie (People, Planet, Profit). Na een literatuuroverzicht (van der Burgt en Staps, 2008) is op vier bedrijven een onderzoekstraject uitgezet, gericht op een optimalisatie van de bemesting uit het oogpunt van mineralenefficiëntie, met name stikstof, met behoud of opbouw van bodemvruchtbaarheid / bodem organische stof. Dit verslag geeft de resultaten weer van het derde jaar onderzoek op het bedrijf van Jan en Hans Rozendaal, in Strijen. In andere publicaties is of wordt verslag gedaan van eerdere onderzoeken op dit en andere bedrijven (Scholberg *et al.*, 2010; Timmermans *et al.*, 2010a, 2010b; van der Burgt *et al.*, 2010a, 2010b; van der Burgt en Staps, 2010;; Haagsma *et al.*, 2010 (in voorbereiding)).

Inhoud

Voorwoord	3
Inhoud 5	
Samenvatting	7
Summary	9
1 Inleiding	11
1.1 Duurzaam bodembeheer	11
1.2 Voorafgaande ontwikkelingen	11
1.3 Doel en vraagstelling	12
1.4 Werkwijze	12
2 Materiaal en methoden	13
2.1 Locatie, voorgeschiedenis en weer	13
2.2 Uitvoering	13
2.3 Metingen	14
3 Resultaten	17
3.1 Biomassa en klaveraandeel van de gras/klaver voor frezen	17
3.2 Plantenaantal	17
3.3 Opbrengst	17
3.4 Drogestofgehalte en gewasrest	18
3.5 N-opname en efficiency	19
3.6 Nutriëntenbalans voor de witte kool	19
3.7 Verloop van mineraal N in de bodem	20
3.8 Bodemanalysegegevens en Bodemstructuur	21
4 Discussie en conclusies	23
4.1 Het teeltsysteem voor kool	23
4.2 Gras/klaver als maaimeststof	23
4.3 Hoe nu verder	24
Literatuur	25
Bijlage 1: Weersomstandigheden 2010 in Zuid Holland	27
Bijlage 2: Opzet van de proef in Oudendijk	28
Bijlage 3: Algemene bodemanalyse van het perceel	29
Bijlage 4: Bodembeoordeling Hans en Jan Rozendaal, 27 april 2010	30

Samenvatting

Op een kleigrond is in de voorafgaande jaren een teeltsysteem ontwikkeld voor de teelt van courgette na een grasklaver voorvrucht op bedden gefreesd in de grasklaver, en met aangepaste en verminderde en bemesting. Timing van stikstof, voor een optimale opbrengst stond hierbij voorop (Timmermans *et al.*, 2010a; 2010b).

De onderzoeksvraag voor het huidige proefjaar was om een stap te maken naar de ontwikkeling van een dergelijk systeem voor witte kool. Het gaat dan om witte kool geteeld op bedden gefreesd in grasklaver, met aangepaste bemesting. De behandelingen betroffen voorvrucht grasklaver, voorvrucht courgette (bedden die al een jaar oud waren), beiden met drie N-niveaus. De grasklaver stroken naast de kool werden tijdens de teelt gemaaid en ingezet als maaimeststof. Als vergelijking is er een praktijkbehandeling meegenomen, met voorvrucht grasklaver die ondergeploegd is met varkensdrijfmest.

De resultaten laten zien dat het systeem voor witte kool nog niet bedrijfsklaar is. De praktijkbehandeling had een veel hogere opbrengst dan de witte kool op de bedden. Dit had te maken met een lager niveau van beschikbaar stikstof in de proef, maar ook met een systeemverschil: de combinatie van frezen in plaats van ploegen, concurrentie van de grasklaver met de randrijen van de witte kool op de bedden, en minder koolplanten per hectare.

Geconcludeerd wordt dat de teelt geoptimaliseerd dient te worden met een hogere en andere bemesting en bredere bedden waarop de kool verbouwd wordt. Verder wordt geconcludeerd dat vers gemaaide grasklaver, gedurende de teelt ingezet als maaimeststof, weinig bijdraagt aan de stikstof beschikbaarheid.

Summary

During the past years, on a see-clay soil a system was developed to grow courgette after a one year old grass/clover crop on beds rotary-tilled within the grass/clover crop, and with adapted fertilization. Timing of the available nitrogen was one of the key-factors (Timmermans *et al.*, 2010a; 2010b).

The aim of the current research year was to make a step in the direction of the development of a comparable system for the growing of white cabbage. Treatments were white cabbage grown on beds, rotary-tilled in an existing two year old grassclover, and white cabbage grown on two year old beds within a grassclover, precrop courgette, that were rotary-tilled, both with three nitrogen fertilization levels. The grassclover strips adjacent tot the cabbage beds were mown on several dates during the experiment, and the fresh material was used as an extra fertilizer on the cabbage beds, a so called 'cut-and-carry-fertilizer'. In comparison, a treatment 'practice' as added, which is the farm-practice representative: cabbage grown after a two year old grassclover, with pig slurry that was mouldboard-ploughed early in the growing season.

The results show that the system for cabbage is not yet ready for use. The 'practice' treatment had a much higher yield than the cabbage grown on beds. This was due to a lower level of available nitrogen within the experiment, but also to a system-difference: the combination of rotary-tillage instead of mouldboard-ploughing, competition of the outer rows of cabbage on the beds with the grassclover and a lower density of cabbage plants per hectare.

We conclude that the system for cabbage needs further optimization with higher and other fertilization and wider beds on which the cabbage is grown. Further we conclude that use of freshly mown grass/clover as a cut-and-carry fertilizer during the growing season does not contribute substantially to nitrogen availability.

1 Inleiding

Het bedrijf van Jan en Hans Rozendaal, gelegen aan de oudendijk in Strijen, is een echt familie bedrijf. Het is in bezit gekomen in 1949 en was in de eerste instantie een gemengd bedrijf. Nu is er echter geen vee meer en is het bedrijf gespecialiseerd in vollegrondsgroenteteelt en akkerbouwgewassen. Tot 1997 betrof het nog gangbare teelt en werden vooral spruitkool, rode kool, witte kool en aardappels geteelt. In 1997 is de omschakeling naar biologische teelt begonnen, perceel na perceel, totdat in 2000 het hele bedrijf biologisch was. Met vallen en opstaan heeft men zich de biologische productie methode eigen gemaakt tijdens deze omschakeling, en in 2000 was het een enigszins stabiel geheel.

Gewassen die worden geteeld zijn: rode en witte kool, knol- en bladselderij, rabarber, courgette, prei, aardappels en groentezaad. Dit alles wordt geteeld in een ruime vruchtwisseling, met gras-klover als rustgewas en groenbemester. Het bedrijf is gelegen op kleigronden, die variëren in lutum gehalte. Het ideaal van Jan en Hans is om de hele bodem op orde te krijgen en een goede structuur tot op diepte te hebben. Dat moet de basis zijn voor goed opbrengstgevendende gewassen.

1.1 Duurzaam bodembeheer

Duurzaam bodembeheer past goed bij de familie Rozendaal, zeker na de ervaringen in het verleden en hun hierdoor verkregen visie op hoe met hun percelen om te gaan. Bovendien is hun bedrijf gelegen op grond die gevoelig lijkt te zijn voor compactie. Als bijvoorbeeld dient de kavel waarop het proefveld gelegen was. Hieraan is in het verleden heel wat gesleuteld. Oude kreken zijn dichtgegooid en stukken zijn verlaagd en verhoogd door te kilveren. Er zijn, door verkeerde omgang met de bodem in het verleden, lokaal natte plekken in de percelen te zien waar ook opbrengstderving plaatsvindt.

In de toekomst zal de nadruk van het overheidsbeleid veel meer komen te liggen op duurzaam bodembeheer. Een voorbeeld daarvan is de regelgeving omtrent evenwichtsbemesting voor fosfaat. De gebroeders Rozendaal zijn erg geïnteresseerd in duurzaam bodembeheer, met niet meer bemesting dan nodig en zo mogelijk structuurverbetering. Grasklover, dat gebruikt wordt als rustgewas en stikstofvoorziening, is bijvoorbeeld ook bekend om veel en diepe beworteling, en kan zo in potentie zorgen voor een goede bodemstructuur tot op diepte.

1.2 Voorafgaande ontwikkelingen

In het kader van het project Minder en anders bemesten zijn in 2008 en 2009 al proeven gedaan bij Jan en Hans Rozendaal (Timmermans *et al.*, 2010a; Timmermans *et al.*, 2010b). De centrale vragen hierbij betroffen het ontwikkelen van een nieuwe bemestingsstrategie bij de courgette teelt. De vraag was of met grasklover als voorvrucht de bemesting teruggebracht kon worden. Dit systeem is succesvol geoptimaliseerd: met grasklover als voorvrucht en 2/3 van de oorspronkelijke N-hoeveelheid, is het mogelijk gebleken de opbrengst ten opzichte van de oorspronkelijke teeltmethode te verhogen. Dit had te maken met de timing van de bemesting, waarbij de stikstof uit de toegediende korrelmeststof monterra nitrogen snel vrijkomt, en de stikstof uit de gefreesde grasklover juist aan het einde van het oogstseizoen van de courgette vrijkomt. Bij de oorspronkelijke teeltmethode van courgette, zonder

grasklaver voorvrucht, was er een snellere start door de snel beschikbare N uit de vinasse, maar stikstof tekorten op het einde van het oogstseizoen.

1.3 Doel en vraagstelling

Doel van de proef in 2010 is om te kijken of de teeltmethode, ontwikkeld voor courgette in 2008 en 2009, ook voor kool kan worden toegepast.

Kool zit oorspronkelijk in de vruchtwisseling na een grasklaver. Voorafgaande aan de kool wordt 30-40 ton vaste mest of drijfmest met 130 kg N/ha opgebracht. De kool wordt geteeld met in plantafstand van 40 cm in de rij, 50 cm rijafstand, plantaantal 50.000 per hectare..

De opzet van de proef is om te onderzoeken of de kool geteeld kan worden op bedden, gefreesd in grasklaver, met op elk bed drie rijen kool. Tussen elke twee bedden zit nog een strook van 50cm gras/klaver die blijft staan. Ten opzichte van de praktijk betekent dat een rij minder, en het plantenaantal komt op 37.500. In tegenstelling tot courgette wordt kool niet geteeld met biologisch afbreekbaar plastic op de bedden. Dit biedt de mogelijkheid om de grasklaver tussen de bedden in te zetten als maaimeststof. Deze kan gemaaid en op de koolbedden opgebracht worden. Dit zou een extra, snelle bron van stikstof kunnen vormen waardoor een additionele mestgift nog weer lager zou kunnen uitvallen. Voorafgaande aan de proef is met NDICEA (van der Burgt *et al.*, 2006) een inschatting gemaakt naar wat een passende mestgift zou kunnen zijn.

Bijkomende vraag is ook nog of, in bestaande bedden waar in 2009 courgette is geteeld, ook kool kan worden geteeld, dus zonder gras/klaver voorvrucht maar het tweede jaar na gras/klaver. De achterliggende gedachte is dat uiteindelijk naar een systeem toegewerkt kan worden, waarbij verschillende gewassen afwisselend in bedden tussen gras/klaver stroken geroteerd kunnen worden. Ook hiervoor is een minimale, passende mestgift ingeschat met behulp van NDICEA.

Dit is het eerste jaar om de voor courgette ontwikkelde methodiek op kool toe te passen. Het doel van de proeven dit jaar is dan ook niet een kant en klare teeltmethodiek af te leveren, maar een stap in de richting te maken en vooral zoveel mogelijk te leren.

Achterliggende vragen zijn of koolteelt überhaupt kan zonder te ploegen, of de grasklaver voorvrucht nodig is, of er veel N uit de maaimeststoffen kan komen, of en hoeveel opbrengstderving er van deze beslissingen en van een beperktere mestgift te zien zal zijn en of deze manier van telen perspectief kan bieden voor een breder opgezette beddenteelt over het hele bedrijf, waarbij de grasklaver niet aaneengesloten op percelen ligt, maar verspreid tussen bedden met gewassen.

1.4 Werkwijze

Er is een kleinschalig experiment aangelegd. Dit proefvlak is door Jan en Hans Rozendaal zelf aangelegd en uitgevoerd, met assistentie van de onderzoekers. Belangrijke beslissingen zijn hierbij genomen in overleg. Op deze manier konden Jan en Hans zelf uitproberen wat het effect was van een grasklaver of courgette voorvrucht voor kool.. Met Hans samen zijn bodembeoordelingen gedaan, zodat hij een eventueel verschil tussen behandelingen zelf kon ondervinden. Bovendien is in het kader van het bedrijfsnetwerk Bodemvruchtbaarheid in 2010 een bijeenkomst georganiseerd voor boeren/geïnteresseerden, waarbij de opzet en voorlopige resultaten van de proef zijn gepresenteerd en men ook in het veld is gaan kijken.

2 Materiaal en methoden

2.1 Locatie, voorgeschiedenis en weer

De proeflocatie is gelegen in de Hoekse waard, bij Uudendijk, op een klei perceel (lutumgehalte variërend van 20-28%). Op het perceel is twee jaar grasklaver geteeld, die niet gemaaid is maar waarop tot begin 2010 schapen gegraasd hebben. In de winter van 2009-2010 zijn er ook veel ganzen geweest. Deze grasklaver grensde aan het deel waar na één jaar grasklaver in 2008 courgette is geteeld in 2009 (Timmermans et al., 2010b).

In 2010 was sprake van een redelijk warme zomer, met eigenlijk altijd wel voldoende water, met uitzondering van een droge periode in het voorjaar, net voor het planten van de kool (Bijlage 1).

2.2 Uitvoering

In het voorjaar 2010 is een proef ingezet met witte kool, cultivar 'Reaction'. Opzet en afmetingen zijn weergegeven in Bijlage 2. De proef bestond uit vijf verschillende behandelingen (Tabel 2-1), waarvan de behandelingen met voorvrucht grasklaver in vier herhalingen lag (vier blokken, achter elkaar gelegen), de behandelingen met voorvrucht courgette in twee herhalingen (twee blokken) en de behandeling 'praktijk' in enkelvoud.

Tabel 2-1 De behandelingen bij Hans en Jan Rozendaal in 2010

Aanduiding voorvrucht	Aanduiding behandeling	Mestgift	Omschrijving:
Gr/kl	praktijk	131 kg N/ha uit varkensdrijfmest	Gras klaver als voorvrucht. Witte kool, 50 cm rijafstand, geen maaistroken. Bedrijfsvariant
Gr/kl	geen mest+maaïen	geen	Gras klaver als voorvrucht. Witte kool, 50 cm rijafstand, maaistroken van 50 cm tussen elke 3 rijen kool. Gr/kl werd tweewekelijks gemaaid en op kool gespoten
Gr/kl	mest+maaïen	72 kg N/ha uit monterra nitrogen	Gras klaver als voorvrucht. Witte kool, 50 cm rijafstand, maaistroken van 50 cm tussen elke 3 rijen kool. Gr/kl werd tweewekelijks gemaaid en op kool gespoten
courgette	geen mest+maaïen	geen	Courgette als voorvrucht. Witte kool, 50 cm rijafstand, maaistroken van 50 cm tussen elke 3 rijen kool. Gr/kl werd tweewekelijks gemaaid en op kool gespoten
courgette	mest+maaïen	91 kg N/ha uit monterra nitrogen	Courgette als voorvrucht. Witte kool, 50 cm rijafstand, maaistroken van 50 cm tussen elke 3 rijen kool. Gr/kl werd tweewekelijks gemaaid en op kool gespoten

Uitgangspunt was om te beginnen met de behandeling zoals de vorige jaar met courgette is toegepast. De kool wordt geplant op bedden die zijn gefreesd in gemaaide grasklaver, terwijl deze grasklaver tussen de bedden gewoon verder groeit.. Het frezen zou de grasklaver zode in de bedden in kleine stukjes moeten hakken, waardoor in theorie de stikstof hieruit sneller beschikbaar zou moeten zijn. Met NDICEA is vooraf ingeschat dat bij een bruto koolopbrengst van 65 ton/ha een gift van zo'n 70 kg N uit monterra nitrogen (13% N) genoeg zou moeten zijn als er een tweejarige gras/klaver voorvrucht is en er vier maal gemaaid wordt op de grasklaver stroken met een opbrengst van 0.5 ton/ha droge stof grasklaver (N gehalte 28 kg/ton, gegevens uit proef bij van Strien (Scholberg *et al.*, 2010), de initial-age van de gras/klaver is hierbij op 1 gezet). Idem voor de gift van 90 kg N/ha het tweede jaar na een éénjarige gras/klaver en courgette als voorvrucht.

Data van werkzaamheden:

- 4 maart 2010: De schapen worden vanaf nu niet meer op de gras/klover gelaten, zodat deze vrijelijk kan groeien. Opmerking: hier hebben van de winter overal veel ganzen gelopen, wel 30 poepjes per m² schat Hans.
- 6 maart 2010: Hans gaat bemesten voor de praktijk
- 27 april 2010: De eerste keer bodemmonsters genomen, drogestof monsters voor de gras/klover waar de proef komt, en een bodembeoordeling gedaan.
- 28 april 2010: De bedden voor zijn alleen gefreesd.
- 21/22 mei 2010: De kool van de 'praktijk' is geplant. Echter: het is erg droog, en Hans wil nog wachten met de proef.
- 29 mei 2010: De kool in de proef is geplant.
- 14 juni: Tweede N-min meting, bemesting in de behandelingen met monterra nitrogen (nat weer voorspeld).
- 21 juli: De proef staat er perfect bij, er is al een aantal keer gras/klover gemaaid en opgebracht op de koolbedden. Nu is Hans bang dat gras/klover in de kool zelf komt, voorzichtig opbrengen dus. Groot verschil ook te zien tussen randrijden en middenrij op het koolbed: de randplanten zijn kleiner.
- 3 augustus 2010: Derde keer bodemmonsters genomen. Behandelingen op bedden lijken achter te raken op de praktijk behandeling.
- 13 september 2010: Vierde keer bodemmonsters genomen. Nu is het echt duidelijk dat de kool op bedden een achterstand ten opzichte van de praktijkbehandeling heeft.
- 27 oktober 2010: Eindoogst van de koolplanten, gewichten bepaald in 3 categorieën, vijfde keer bodemmonsters genomen, en plantaantallen geteld voor alle veldjes.

2.3 Metingen

Voorafgaande aan de proef is op 27 april 2010 een meting gedaan van zwaarte van de snede grasklover die er stond. Het drooggewicht is bepaald door 24 uur te drogen bij 70°C. Vervolgens is op dezelfde datum een meting gedaan aan de bodemstructuur door middel van twee profielkuilen, één in het deel van de proef waar nog grasklover stond en één in het deel waar vorig jaar courgette stond en nu zwarte grond was. Tijdens het seizoen is op 5 momenten een bodemmeting gedaan (24 april, 14 juni, 3 augustus, 13 september en 27 oktober). Op 27 oktober is, bij het oogsten van de kool, het aantal planten geteld, het versgewicht van de kool per veldje gewogen in gewichtsklassen (300-800, 800-1200, >1200), een submonster van de gewasrest in ieder veldje bepaald en N-gehalten van kool en gewasrest gemeten. N-gehalten en droge stof van kool en gewasrest zijn bepaald door ALTIC BV (Dronen). De

algemene bodemanalyse is uitgevoerd is door BLGG-agroexpertus, de overige nitraatanalyses zijn uitgevoerd met de RQ-flex volgens het protocol van het Louis Bolk Instituut.

Statistiek op de verzamelde gegevens is uitgevoerd met GenStat versie 11.1.0.1575. Berekeningen van de N dynamiek in het seizoen zijn uitgevoerd met NDICEA versie 5.4.4 (van der Burgt *et al.*, 2006).

3 Resultaten

3.1 Biomassa en klaveraandeel van de gras/klaver voor frezen

Op 27 april 2010, de dag voor het frezen van de bedden in de grasklaver, is de biomassa van de klaversnede bepaald door op vier locaties (een in elk blok van de proef met voorvrucht grasklaver) 0.25x0.25 cm te bemonsteren. Deze monsters zijn samengevoegd en heeft geresulteerd in een opbrengst van 2.7 ton/ha droge stof met een klaveraandeel van 75% op basis van droge stof.

3.2 Plantenaantal

Het plantenaantal varieerde in de proefveldjes van 65 tot 82, met een gemiddelde van 74. Er waren geen significante verschillen tussen de behandelingen. Alle veldjes waren dusdanig van grootte, dat er 75 planten in geplant zijn. Dit betekent een gemiddelde plantuitval van 1 per veldje (1.3 %). Gezien de toch wel behoorlijke variatie in plantaantal per veldje (tot wel 13 %) zijn de opbrengstgegevens gecorrigeerd voor een plantaantal van 74.

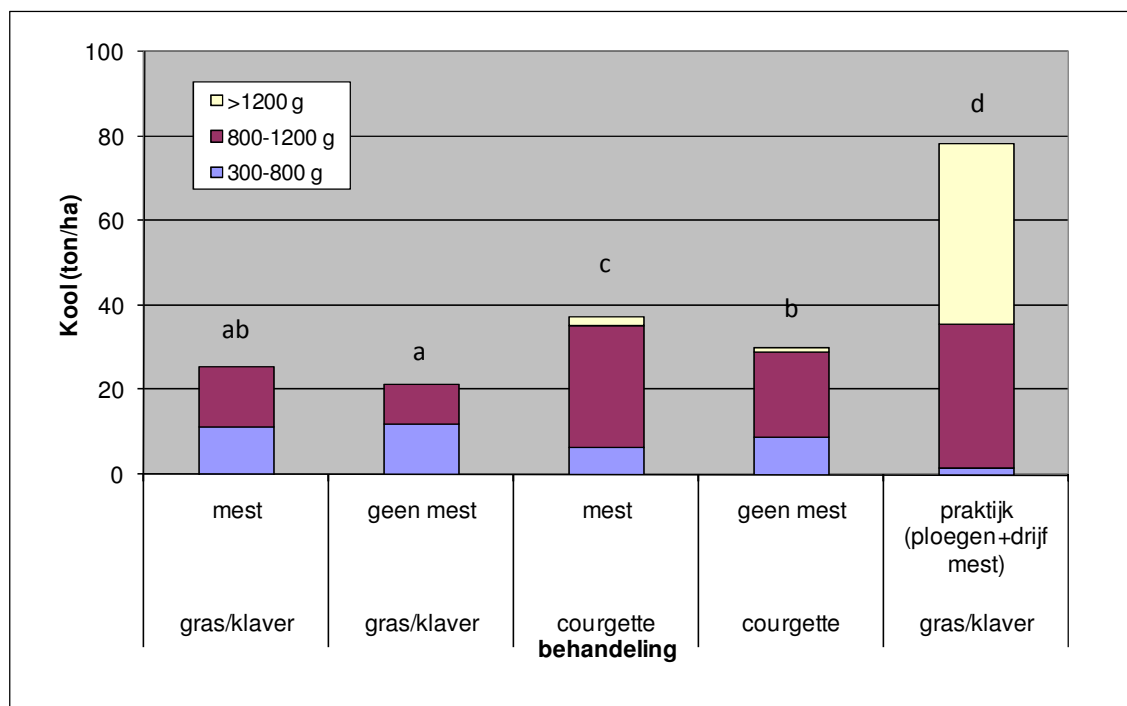
Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat er wel een verschil in het plantaantal bestaat tussen verschillende systemen. Op het praktijkveld zonder stroken grasklaver zijn 50000 planten per hectare geplant en bleven in het proefvlak na uitval 49330 planten per hectare over. Op de veldjes van de andere behandelingen zijn 37500 planten per hectare neergezet en bleven na uitval zo'n 37000 planten per hectare over. Het verschil van 25% is de vierde rij kool waar in behandelingen met beddenteelt een grasklaver strook voor in de plaats is gekomen.

3.3 Opbrengst

De opbrengst vertoonde grote verschillen, die tenminste gedeeltelijk ook significant waren (Figuur 3-1). De praktijkbehandeling had een heel hoge opbrengst van in totaal 78 ton/ha, waarvan 1.6 ton/ha ondermaats (300-800 g per kool), 34 ton/ha in de middengrootte (800-1200 g/kool) en 42 ton/ha in de grootste categorie (>1200 g/kool). Het verschil in opbrengst tussen praktijk en de andere behandelingen zat vooral in het aandeel grote kolen (>1200 g/kool): dat bedroeg meer dan de helft van het totaal in de praktijkbehandeling en niets of slechts heel klein in alle andere behandelingen.

Toediening van mestkorrels, zowel bij de grasklaver voorvrucht als bij de courgette voorvrucht, resulteerde in een hogere opbrengst. Dit betrof een toename van 21 naar 26 ton/ha (20%) in de behandeling met grasklaver voorvrucht en een toename van 30 naar 37 ton/ha (27%) in de behandeling met voorvrucht courgette. Opbrengstverschillen zitten in beide gevallen in de toename in middencategorie kolen (800-1200 g/kool).

De kool heeft het beter heeft gedaan op de veldjes met courgette voorvrucht dan die met gras/klaver voorvrucht. Het opbrengst verschil was 21 ten opzichte van 30 ton/ha (39%) voor de behandelingen zonder mest en 26 en opzichte van 37 ton/ha (46%) voor de behandelingen met korrelbemesting. Opnieuw uit het opbrengstverschil zich vooral in de kool van de middencategorie, waarvan alleen al de opbrengst verdubbelt als grasklaver voorvrucht vergeleken wordt met courgette voorvrucht.



Figuur 3-1 De opbrengst van de proef in 2010, en de onderverdeling in drie verschillende gewichtscategorieën. Verschillende letters geven significante verschillen weer.

3.4 Drogestofgehalte en gewasrest

De droge stofgehalten van de kool en die van de rest van de plant zijn voor de verschillende behandelingen weergegeven in Tabel 3-1. Het droge stof gehalten in de sluitkool was wat lager dan in de gewasresten, wat logisch lijkt omdat een deel van de plant immers bestaat uit een houtachtige stam. Wat opvalt is dat voor de praktijkbehandeling het droge stof gehalte in kool en gewasrest lager was dan voor in de andere behandelingen. Drogestof opbrengsten in ton/ha zijn ook weergegeven in Tabel 3-1, en komen overeen met het verschil dat we bij de verse opbrengsten gezien hebben. Tot slotte toont de tabel de verhouding tussen kool en gewasrest. Hierin is te zien dat deze oploopt van 0.71 en 0.72 in de behandelingen met gras/klaver als voorvrucht naar 0.76 en 0.85 in de behandelingen met courgette als voorvrucht en naar 1.14 in de praktijk behandeling. Dit toont dat de verschillen tussen de behandelingen sterker naar voren komen in verschillen in kool, dan in verschillen in gewasrest.

Tabel 3-1 Drogestofgehalten van geoogste kool en gewasrest en verhouding daartussen.

	Kool DS gehalte (%)	Gewasrest DS gehalte (%)	Kool DS Opbrengst (ton/ha)	Gewasrest DS Opbrengst (ton/ha)	Verhouding DS Kool : Gewasrest
gras/klaver mest	10.4 b	14.8 b	2.6 a	3.7 a	0.72
gras/klaver geen mest	10.5 b	14.9 b	2.2 a	3.1 a	0.71
courgette mest	10.6 b	14.1 b	4.0 c	5.2 b	0.76
courgette geen mest	10.7 b	15.4 b	3.1 b	3.7 a	0.85
gras/klaver praktijk (plc)	9.2 a	11.9 a	7.2 d	6.3 c	1.14

3.5 N-opname en efficiency

De N-opname in de bovengrondse delen van de koolgewassen verschilde flink tussen de behandelingen (Tabel 3-2). Deze was het laagst voor de twee behandelingen met voorvrucht grasklaver en de courgettebehandeling zonder korrelmest, significant hoger voor de behandeling met voorvrucht courgette en korrel mest en het hoogst voor de praktijkbehandeling. Opvallend is dat ook de N-efficiency van de korrel mest verschilde: deze was 22% voor de behandelingen met voorvrucht grasklaver en beduidend hoger (45%) voor de behandeling met voorvrucht courgette. In beide gevallen zorgen een N-gift in de vorm van monterra nitrogen dus voor een hogere N-opname in het gewas. Bij de berekende N-efficiency voor de praktijk moet bedacht worden dat daar ook andere verschillen dan alleen mestgift aanwezig zijn: het type grondbewerking (ploegen/frezen), het tijdstip van grondbewerking en bemesting (eerder in het seizoen), en een ander plantaantal en verdeling van de planten. We laten echter toch een getal zien als een soort systeemvergelijking: blijkbaar heeft de kool hier bijna 2 maal zoveel N opgenomen als er gegeven is in de varkensdrijfmest. Een deel hiervan moet wel uit de gras/klaver gekomen zijn.

Tabel 3-2 N-gift, N-opname door de koolplanten en N-efficiency van behandelingen ten opzichte van dezelfde voorvrucht zonder bemesting.

Voorvrucht	Behandeling	N-gift (kg N/ha)	N-opname (gewas+rest) (kg N/ha)	N-efficiëntie t.o.v. controle (%)
gras/klaver	mest	72	88 a	22
gras/klaver	geen mest	0	72 a	nvt
courgette	mest	91	129 b	45
courgette	geen mest	0	88 a	nvt
gras/klaver	praktijk	131	251 c	137

3.6 Nutriëntenbalans voor de witte kool

De aan- en afvoer van nutriënten op teeltniveau is weergegeven in Tabel 3-3. Hierbij zijn de gehalten aan fosfaat en kali in de varkensdrijfmest geen gemeten cijfers, maar waarden afkomstig uit het handboek mest en compost (Bokhorst en ter Berg, 2001). De gehalten aan fosfaat en kali zijn ingeschat, als die van een gemiddeld biologisch koolgewas. De berekeningen laten zien dat in de praktijkbehandeling ongeveer evenveel N wordt aan als afgevoerd. Er wordt iets meer K afgevoerd in het geoogste product dan aangevoerd in de varkensdrijfmest. Minder dan de helft van het opgebrachte fosfaat wordt afgevoerd in het geoogste product. Met een P-AI van 90 (Bijlage 3) zit deze grond al behoorlijk hoog in fosfaat: de streefwaarde is een P-AI van 35.

In de andere behandelingen wordt, waar bemest is met monterra nitrogen, grofweg de helft van de aangevoerde hoeveelheid stikstof afgevoerd in het product. Bij de behandelingen zonder bemesting wordt er uiteraard netto stikstof afgevoerd. Fosfaat en Kali worden bij alle behandelingen met uitzondering van de praktijk netto afgevoerd.

Tabel 3-3 Aan- en afvoer van nutriënten in de verschillende behandelingen.

Voorvrucht	Praktijk	Gras/klaver	Gras/klaver	Courgette	Courgette	
Behandeling	Varkensdrijfmest	geen mest	mest	geen mest	mest	
Aanvoer N (kg N/ha):		131	0	72	0	91
Afvoer N (kg N/ha)		140	31	39	43	57
Aanvoer P (kg P ₂ O ₅ /ha):		162	0	0	0	0
Afvoer P (kg P ₂ O ₅ /ha)		71	22	26	31	39
Aanvoer K (kg K ₂ O/ha):		278	0	3	0	4
Afvoer K (kg K ₂ O/ha)		318	98	117	139	176

3.7 Verloop van mineraal N in de bodem

Het verloop van mineraal N, zoals dat is gemeten in de proef, is weergegeven in Tabel 3-4 en Figuur 3-2.

Het verloop laat een laag mineraal N-niveau zien eind april, en bij alle behandelingen een significante toename half juni, die echter voor de behandelingen verschilde. Vervolgens is het mineraal N begin augustus weer op een laag niveau, met uitzondering van de praktijkbehandeling. In september is voor alle behandelingen het mineraal N laag, en dit neemt toe naarmate het gewas afrijpt eind oktober.

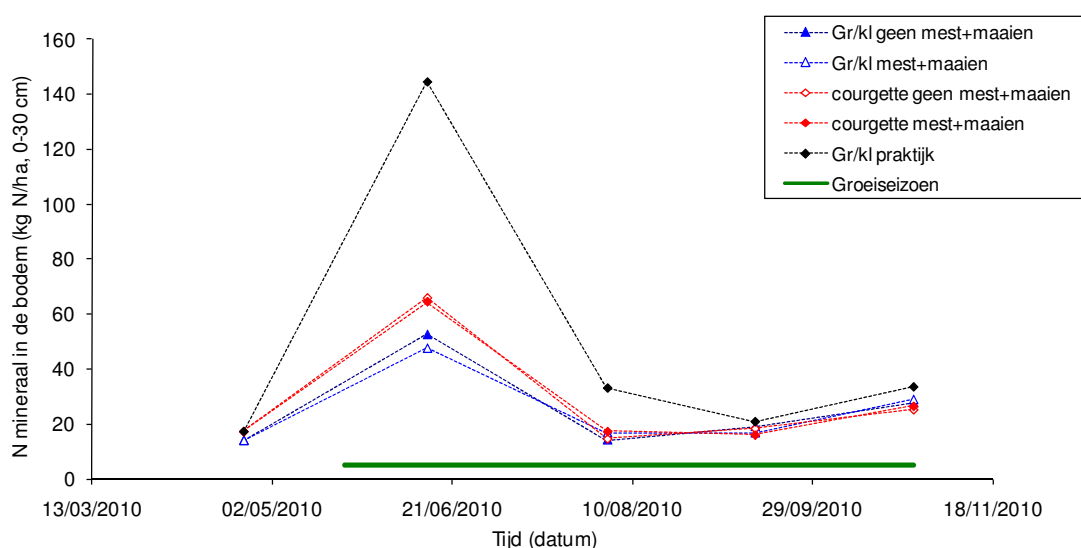
Duidelijk te zien is dat de hogere opbrengst in de praktijkbehandeling gepaard ging met een veel hogere piek in mineraal N in het voorjaar en het begin van de zomer, die significant verschilde van de andere behandelingen. Dit verschil wordt later in het seizoen kleiner, wat erdoor veroorzaakt zou kunnen zijn dat de kool een grotere hoeveelheid mineraal N in dat stadium ook daadwerkelijk kon opnemen.

Een tweede punt dat opvalt is dat de behandelingen met korrelbemesting, zowel bij voorvrucht courgette als bij voorvrucht grasklaver, geen hoger N-gehalte hadden dan de vergelijkbare behandelingen zonder korrelmest. Dit wordt in ieder geval deels veroorzaakt door verschillen in N-opname tussen de behandelingen met en zonder mest. Uitspoeling kan hier echter ook een rol bij spelen.

Ten derde valt op dat voorvrucht grasklaver en frezen in deze proef heeft geleid tot een lager niveau van mineraal N in de bodem dan voorvrucht courgette (met het jaar daárvóór grasklaver) en frezen.

Tabel 3-4 N-mineraal ($\text{NO}_3\text{-N}$) gemeten in de bodem (0-30 cm) op de bemonsteringsdata. Letters en blauwkleuring geven significantie verschillen weer.

Voorvrucht	Behandeling	24/04/2010	14/06/2010	03/08/2010	13/09/2010	27/10/2010
Gr/kl	geen mest+maaïen	14 a	53 fg	14 a	19 abcd	28 cde
Gr/kl	mest+maaïen	14 a	48 f	17 abc	17 abc	29 de
courgette	geen mest+maaïen	17 abc	66 h	15 ab	18 abcd	25 abcde
courgette	mest+maaïen	17 abc	64 gh	17 abcd	16 abc	27 bcde
Gr/kl	praktijk	17 abc	145 i	33 e	21 abcd	34 e



Figuur 3-2 Het verloop van N-mineraal in de bodem (0-30 cm) gemeten in de proef, voor de verschillende behandelingen. De groene lijn geeft de periode weer dat de koolplanten op het veld stonden.

3.8 Bodemanalysegegevens en Bodemstructuur

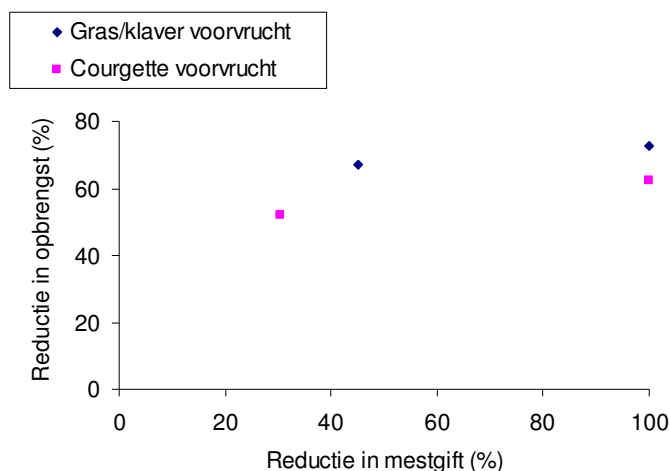
De algemene bodemanalyse, uitgevoerd in het voorjaar van 2009 op hetzelfde perceel is opgenomen in Bijlage 3 en laat geen lage gehalten van fosfaat en kali zien. Tekorten hierin zijn in de proef dan ook niet te verwachten. Op 27 april 2010 is een profielkuil (Koopmans *et al.*, 2005) gegraven op twee delen van het perceel, met voorvrucht grasklaver (2 jarig) en voorvrucht courgette (courgette 2009, grasklaver in 2008). De resultaten hiervan zijn opgenomen in Bijlage 4. Samenvattend kan gesteld worden dat in het deel van het perceel met voorvrucht courgette de bovenste 8 cm een lossere structuur had dan het deel met voorvrucht grasklaver. De diepere ondergrond was hier minder afgerond, en had juist een betere structuur (met meer afgeronde delen) in het deel van het perceel met voorvrucht gras/klaver.

4 Discussie en conclusies

4.1 Het teeltsysteem voor kool

De doelstelling van deze proef was om de testen of de methodiek van teelt op gefreesde bedden, met gras/klaver stroken aan de randen en een reductie in mestgift, toegepast kan worden op witte kool. Met onze geteste reducties in mestgift van 31% en 45% ten opzichte van de praktijkbemesting heeft dit geleid tot grote opbrengstreducties, van 52% en 67%. Met andere woorden: het systeem is nog niet bedrijfsklaar voor kool.

Deze reducties zijn niet alleen het gevolg van minder mest. Deze gedachtegang wordt geïllustreerd met Figuur 4-1. Behandeling met voorvrucht 'courgette' en 'gras/klaver' vormen hier twee boven elkaar lopende trends.



Figuur 4-1 Reductie in opbrengst uitgezet tegen reductie in mestgift.

Grofweg kan men de trends extrapoleren naar de y-as, waar ze snijden bij een reductie in opbrengst van 45% en 60%. Omdat het onwaarschijnlijk is dat een kleine reductie in mestgift al tot een opbrengstderving van grofweg 50% leidt, duidt dit op een effect van de verandering in systeem, dat toch aanzienlijk is. Uitgerekend is dat 9-16% hiervan veroorzaakt wordt door puur het verschil in aantal planten per hectare: frezen i.p.v. ploegen plus een andere en latere mestgift in de vorm van korrels zijn dus verantwoordelijk voor de rest.

In deze proef hadden de behandelingen met kool op gefreesde bedden na grasklaver een lagere opbrengst dan die in gefreesde bedden na courgette. Dit wijten we in eerste instantie aan de betere structuur in de bovengrond. Die was wat kruimeliger en losser bij voorvrucht courgette dan na de grasklaver, hoewel de laatste in diepere bodemlagen beter was.

4.2 Gras/klaver als maaimeststof

Het is de vraag of de inzet van de gemaaide grasklaver als maaimeststof nou zin heeft gehad. Hiervoor hebben we een berekening gemaakt met NDICEA (van der Burgt *et al.*, 2006, Tabel 4-1). Er is uitgegaan van 4 maaidata, en 700 kg DS van gemaaide gras/klaver per maaimoment. Dit is een hoge inschatting (totale volvelds opbrengst van grasklaver van 14 ton DS per ha), waarbij 20 kg N per maaidatum wordt toegediend. Uitgerekend is hoeveel N uit het opgebrachte maaisel mineraliseert tot op het oogsttijdstip. Dit neemt af van 7 kg N van de eerste maaidatum (36%

van de toegediende 20 kg)) tot slechts 2 kg N uit de laatste maaidatum (10%) . Het komt cumulatief neer op 19.5 kg N per hectare uit de gemaaide grasklaver die beschikbaar is gekomen voor het gewas. Dit is een lage hoeveelheid, en hier mogen we dan ook uit concluderen dat inzet van de gemaaide grasklaver als extra bemesting geen grote effecten op de stikstof beschikbaarheid van het gewas heeft. Voor maaimeststoffen geldt: hoe vroeger toegediend hoe beter. Idealiter zou de toepassing van vers of ingekuild materiaal als maaimeststof veel beter werken als al het materiaal aan het begin van het seizoen beschikbaar is en in één keer kan worden toegediend en ingewerkt. Stikstof uit ingekuild materiaal komt sneller beschikbaar dan uit vers materiaal (van der Burgt *et al.*, 2010; Scholberg *et al.*, 2010).

Tabel 4-1 Met NDICEA berekende mineralisatie uit gemaaide gras/klaver, vanaf maaidatum tot aan de oogst.

gift nr	toegediend			N-mineralisatie kg/ha		
	week nr	datum	kg N/ha *	per gift	% van gift	totaal
1	26	30 juni	19.6	7	36	7
2	29	21 juli	19.6	6	31	13
3	33	18 aug.	19.6	4.5	23	17.5
4	39	29 sep.	19.6	2	10	19.5
totaal			78.4		25	

* Inschatting van opbrengst van gras/klaver stroken is 700 kg DS per maaimoment met daarin 28 kg N per ton DS (Scholberg *et al.* 2010), 4 maaimomenten.

4.3 Vervolgstappen

Deze proef laat zien dat het systeem van teelt van kool op gefreesde bedden in grasklaver nog niet bedrijfsklaar is. In een vervolg zou onderzocht kunnen worden of dit verbeterd kan worden met een hogere en vooral vroeger toegediende bemesting in combinatie met een diepere grondbewerking.

Een andere belangrijke constatering is dat op bedden van 1,5 meter met drie plantrijen de buitenste twee rijen last hadden van concurrentie met de grasklaver. Deze planten waren kleiner en hadden een lagere opbrengst dan de planten in de middelste rij. Hieruit mag geconcludeerd worden dat een opzet met bredere bedden en bredere stroken grasklaver wenselijk is.

Hans ziet een opzet, met stroken die een veelvoud zijn van 3 meter voor zich. Dit heeft als bijkomend voordeel dat de gras/klaver met een maaisnijder te maaien is en op het gewas kan worden gespoten.

Verbetering/ verdere ontwikkeling van het systeem van de witte koolteelt, zowel wat grondbewerking, bemesting, als ruimtelijke opzet betreft, zou een mooi vervolg vormen van deze proef.

Literatuur

Bokhorst, J., ter Berg, C. 2001. **Handboek Mest & Compost. Behandelen, beoordelen & toepassen.** Publicatie nr. LD 8, Louis Bolk Instituut, Driebergen. 292 pp.

Burgt, G.J.H.M. van der, Oomen, G., Habets, A., Rossing, W. 2006. **The NDICEA model: a tool to improve nitrogen use efficiency in cropping systems.** Nutrient Cycling in Agroecosystems 74, 275-294.

Burgt, G.J.H.M. van der, en Staps, J.J.M. (2010). **Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaten tuinbouw op zand. Van Lierop 2008-2010.** Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-028 LbP . (in voorbereiding)

Burgt, G.J.H.M. van der, Timmermans, B.G.H. en Staps, J.J.M. 2010a. **Minder en Anders Bemesten. Resultaten van een vierjarig project over innovatieve bemesting.** Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-032 LbP . (in voorbereiding)

Burgt, G.J.H.M. van der, Timmermans, B.G.H. en Berg, C. ter, 2010b. **Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaat akkerbouw op klei. Maaimeststoffen bij Aardappel, Van Strien 2010.** Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-023 LbP (in voorbereiding), 35 pp.

Haagsma, W., 2010. **Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaat akkerbouw/groenteteelt op zand. Lanting 2009-2010.** PPO-Lelystad (in voorbereiding).

Koopmans, C.J., Zanen, M., Ter Berg, C. 2005. **De Kuil. Bodembeoordeling aan de hand van een kuil.** Publicatie nr. LB12, Louis Bolk Instituut, Driebergen. 16 pp.

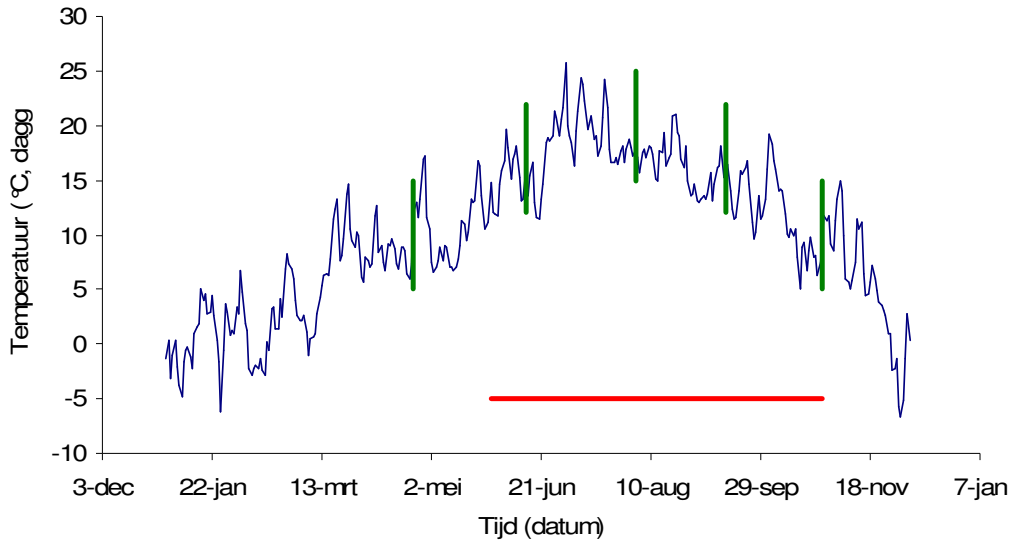
Scholberg, J., Berg, C. ter, Staps, S. en Strien, J. van, 2010. **Minder en Anders Bemesten . Voordelen van maaimeststoffen voor de teelt van najaarsspinazie.** Resultaten veldproef bij Joost van Strien in Ens, 2009. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-007 LbP, 44 pp.

Timmermans, B.G.H., Burgt, G.J.H.M. van der, en Berg, C. ter ,2010a. **Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaten tuinbouw op klei. Rozendaal, courgette 2008.** Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-025 LbP (in voorbereiding)

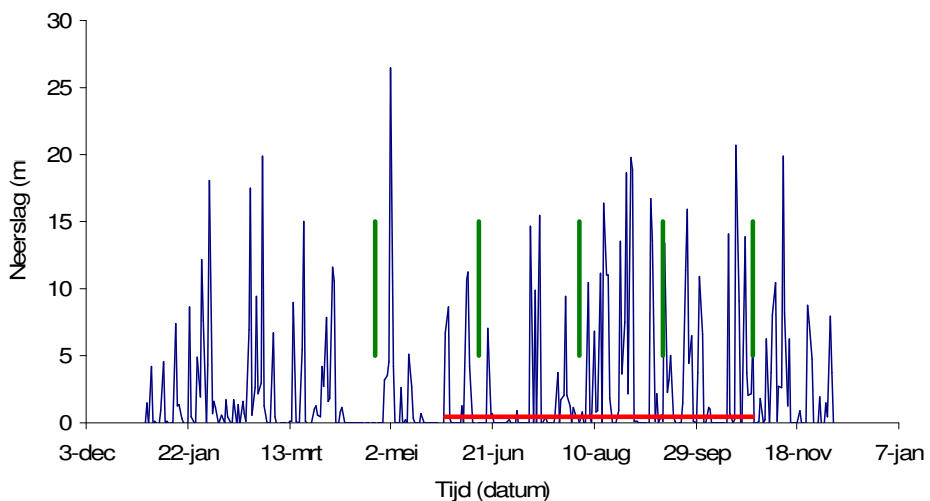
Timmermans, B.G.H., Burgt, G.J.H.M. van der, en Berg, C. ter, 2010b. **Minder en Anders Bemesten Onderzoeksresultaten tuinbouw op klei. Rozendaal, courgette 2009.** Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-026 LbP (in voorbereiding)

Bijlage 1: Weersomstandigheden 2010 in Zuid Holland

2010 had een redelijk warme zomer, met behoorlijk wat zon en was het hele groeiseizoen aan de natte kant. Alleen in een voorjaar waren er een paar wat drogere perioden. Dit is weergegeven aan de hand van het weer in Rotterdam in de zomer 2010 (Bron: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)).

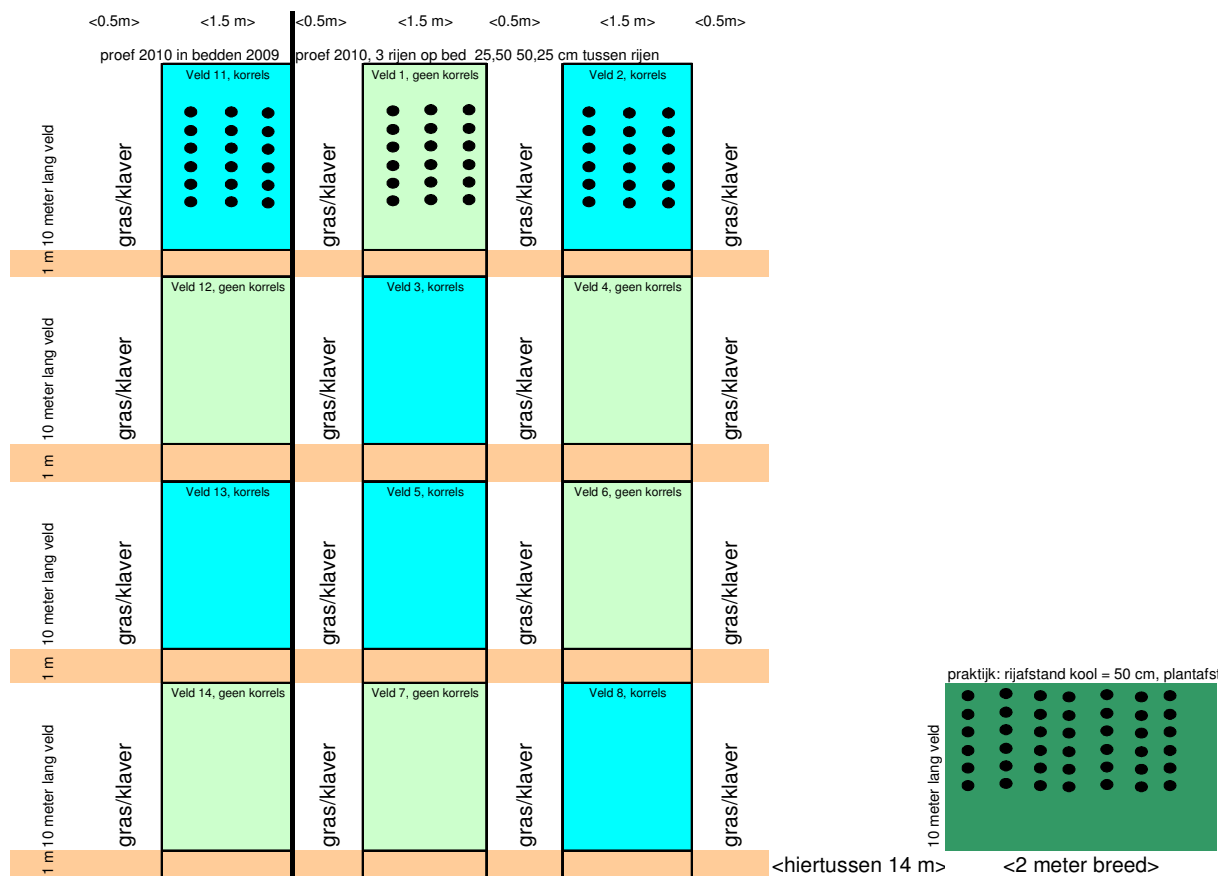


Figuur 1. De gemiddelde dagtemperatuur in Rotterdam (150cm hoogte, schaduw) voor de periode van de proef in 2008. Groene verticale lijnen geven aan wanneer bodemmonsters zijn genomen, en de rode horizontale lijn geeft aan in welke periode de kool heeft gegroeid.



Figuur 2. De dagelijkse neerslag gemeten in Rotterdam voor de periode van de proef in 2010. Groene verticale lijnen geven aan wanneer bodemmonsters zijn genomen, en de rode horizontale lijn geeft aan in welke periode de kool heeft gegroeid in het veld.

Bijlage 2: Opzet van de proef in Oudendijk



Figuur 1. De proefopzet van de courgetteproef met drie behandelingen in Oudendijk. Ieder proefveldje bestond uit een rug, 10 meter lang, met daarop 3 rijen kool. De linker rug had courgette als voorvrucht de twee rechter ruggen hadden 2 jaar gras/klaver als voorvrucht. Helemaal rechts is het praktijkstuk, niet op bedden, weergegeven. Korrels duidt op de behandelingen met N-bemesting (monterra nitrogen, 13%N).

Bijlage 3: Algemene bodemanalyse van het perceel

Tabel 1 A en B, algemene bodemanalysegegevens gemeten op het perceel, op 1 mei 2009.

A.

		Stikstof- totaal (mg N/kg)	Amm.-N (mg NH ₄ -N/kg)	Nitraat-N (mg NO ₃ - N/kg)	Fosfor (mg P/kg)	P-AL (mg P ₂ O ₅ /100g)	P-totaal (mg P ₂ O ₅ /100g)	Zuur- graad (pH)	Org. stof (%)	Lutum (%)
gemiddelde	0-30	1743	8.2	3.7	1.6	92	248	7.3	3.2	27
max	0-30	1800	20.1	8.8	2.0	99	258	7.4	3.4	28
min	0-30	1700	4.5	2.7	1.3	85	234	7.2	3.0	26
gemiddelde	30-60	1069	7.0	2.4	0.4	31	146	7.4	2.0	24
max	30-60	1340	9.1	3.6	0.6	51	177	7.6	2.4	27
min	30-60	810	<1.2	<1.2	<0.2	14	120	7.2	1.6	20

B.

		Kalium (mg K/kg)	Kali (mg K ₂ O/kg)	Magnesium (mg Mg/kg)	Natrium (mg Na/kg)	Mangaan (µg Mn/kg)	Koper (µg Cu/kg)	Kobalt (µg Co/kg)	Borium (µg B/kg)	Zink (µg Zn/kg)
gemiddelde	0-30	184	46	99	17		60	<2.5	406	
max	0-30	191	52	103	19	<250	71	<2.5	440	450
min	0-30	174	39	94	15	<205	46	<2.5	375	<100
gemiddelde	30-60	109	26	82	25		38	<2.5	353	
max	30-60	139	36	93	28	<250	58	<2.5	397	<100
min	30-60	70	15	74	22	<205	<20	<2.5	313	<100

Bijlage 4: Bodembeoordeling Hans en Jan Rozendaal,

27 april 2010

kuil 1 gras/klaver, locatie waar gefreesd wordt (1^e jaar niet ploegen)

Structuur

	0-10 cm	10-30 cm	30-55 cm
Kruimels%	50	10	10
Afgerond %	20	10	30
Scherp %	30	80	60
Poriën 1-5	5	3	3
Wortels	5	3	2

Vorig jaar is dit perceel begraasd door schapen tot voorjaar 2010 (het hele jaar? Of ook gemaaid) De vorst heeft tot een diepte van 20 cm de klei tot kleine scherpblokkige prisma's doorgevroren. Hierdoor is de beworteling redelijk intensief tot een diepte van 70 cm. Het bodemleven (wormen) is in de laag 0 tot 30 cm actief.

Kuil 2 Courgetteveld van 2009, locatie waas gefreesd wordt voor 2^e jaar (2 jaar niet geploegd)

Structuur

	0-8 cm	8-25 cm	25 - 40 cm
Kruimels%	60	0	0
Afgerond %	30	20	20
Scherp %	10	80	80
Poriën 1-5	5	3	2
Wortels	5	3	1

Op dit deel zijn de courgetteplanten in het najaar gefreesd en hebben de schapen de winter over gegraasd. De vorst heeft hier ook tot circa 20 cm de klei doorvroren waardoor kleine prisma's van scherpblokkige structuur zijn ontstaan. De (diepere) structuur is minder mooi dan op de tweejarige gras/klaver