



Minder en anders bemesten

*Onderzoeksresultaten tuinbouw op
klei. Rozendaal, courgette 2009*

*Bart Timmermans
GeertJan van der Burgt
Coen ter Berg
Sjef Staps*

LOUIS BOLK
I N S T I T U U T



© [2010] Louis Bolk Instituut

Minder en anders bemesten,

Onderzoeksresultaten tuinbouw op klei, Rozendaal,
courgette, 2009. Timmermans, van der Burgt, ter Berg en

Staps, 40 pp.

Bemesting, grasklaver, maaimeststoffen,

Publicatienummer 2010-026 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 tweede jaar onderzoek in 2009 op het bedrijf van Jan en Hans Rozendaal, in Strijen. In andere publicaties is of wordt verslag gedaan van latere 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)).

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Inhoudsopgave	5
Samenvatting	7
Summary	9
1 Inleiding: het bedrijf van Jan en Hans Rozendaal	11
1.1 Duurzaam bodembeheer	11
1.2 Doel en vraagstelling	12
1.3 Werkwijze	12
2 Materiaal & Methoden	13
2.1 Locatie, voorgeschiedenis en weer	13
2.2 Uitvoering	13
2.3 Metingen	15
2.3.1 Bodem	15
2.3.2 Opbrengst	16
2.4 Analyses en verwerking	16
3 Resultaten	18
3.1 Biomassa en klaveraandeel van de gras/klover voor frezen en courgetteteelt in 2009	18
3.2 Plantenaantal	18
3.3 Opbrengst	20
3.4 Bewaarproef	22
3.5 Bodemanalyse en stikstof	22
3.6 Bemestingsniveau van stikstof	23
3.7 Bodemontwikkeling	24
4 Discussie en conclusies	27
4.1 Discussie	27
4.2 Conclusie	27
Literatuur	29
Summary	5

Bijlage 1: Weersomstandigheden 2008 in Zuid Holland	31
Bijlage 2: Opzet van de proef in Oudendijk	32
Bijlage 3: Aantal geogste courgettes in de tijd, uitgezet met regenval en temperatuur	34
Bijlage 4: Resultaten van de bodemanalyse	35
Bijlage 5: Resultaten van de visuele bodembeoordeling	36

Samenvatting

In het kader van het project Minder en Anders Bemesten is op het bedrijf van Jan en Hans van Lierop vervolgonderzoek uitgevoerd. In een veldexperiment in herhalingen is getracht de productie van courgette gelijkmatiger in het seizoen te verdelen door op twee peilers te steunen: een bescheiden bemesting om de productie in het begin van het seizoen te verhogen, en grasklaver als voorvrucht om de productie verderop in het seizoen te verhogen.

De resultaten tonen dat deze aanpak werkt: met een relatief kleine bemesting is er geen sprake van een verlaagde opbrengst in de eerste helft van de productieperiode. Verder is de bodemstructuur verbeterd door de grasklaver en is de mestgift lager dan anders het geval zou zijn geweest.

Summary

As part of the project 'Minder en Anders Bemesten' (less fertilizers in a different way) a field experiment in four replicates is realized at the arable farm of Jan and Hans Rozendaal. The aim was to realize a more even production level during the season as a result of two factors: a moderate fertilizer application to enhance production in the first part of the season, and grascover precrop to enhance production in the second part of the season.

The results of the experiment show that this approach is successful: with the moderate fertilizer application the courgette production shows no dip in the beginning of the season. Additionally, the soil structure is improved by the grascover precrop, and the required fertilizer amount is reduced..

de mestgift lager dan anders het geval zou zijn geweest.

1 Inleiding: het bedrijf van Jan en Hans Rozendaal

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 gemend bedrijf. Nu is er echter geen vee meer en is het bedrijf gespecialiseerd in vollegronds-groenteteelt 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 opbrengstgevende 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 worteling, en kan zo in potentie zorgen voor een goede bodemstructuur tot op diepte.

1.2 Doel en vraagstelling

Doel is om te onderzoeken of grasklaver een prominentere rol in het bedrijf kan spelen, bij voorbeeld als voorvrucht voor courgettes. Courgettes worden in de huidige situatie geteelt na kool, met een vinasse gift van zo'n 120 kg N/ha voorafgaande aan de zaai. Op termijn willen Jan en Hans komen tot een win-win situatie, waarbij de grasklaver (een deel) van de mestgift vervangt en tegelijkertijd ook de bodemstructuur verbetert. Dit zou ook gelden voor de teelten van bv. prei en kool. Hans hoopt ook hier een deel van de bemesting te kunnen vervangen door grasklaver in de vruchtwisseling.

De resultaten in 2008 hebben laten zien dat courgette na een voorvrucht van grasklaver, op gefreesde bedden met daartussen banen doorgroeiende grasklaver, zonder bijbemesting evenveel opbrengst had als courgette na witte kool met 119 kg N/ha uit vinasse. Courgette na een volledig ondergeploegde gras/klaver, zonder bemesting had een wat lagere opbrengst. Opvallend was dat de courgette na de witte kool met vinasse vooral in de eerste paar oogstweken een hogere opbrengst had, terwijl beide courgettes na gras/klaver in latere stadia een hogere opbrengst hadden.

De specifieke vragen in 2009 waren:

- Kun je beide voordelen combineren, dat wil zeggen courgette na grasklaver op gefreesde bedden met een beperkte mestgift, zodat zowel in het eerste stadium van de oogstperiode als in latere weken de opbrengst hoger is?
- Is het mogelijk zo tot een win-win situatie te komen, waarbij grasklaver zorgt voor stikstofvoorziening, maar ook de bodemstructuur verbetert door het porievolume te vergroten en door diepere compacte lagen te ontsluiten?
- Wat is het effect van dit experiment op de totale mestbehoefte op het bedrijf?
- Is een andere bedrijfsopzet (gewaskeuze en vruchtopvolging) noodzakelijk om evenwichtsbemesting te realiseren?

1.3 Werkwijze

Binnen het project is een experiment in herhalingen aangelegd. Dit proefveld is door Jan en Hans Rozendaal zelf aangelegd en uitgevoerd, onder het oog 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 voorvrucht voor courgette. Ze kregen voor de tijd en moeite een compensatie.

Met Hans samen zijn bodembeoordelingen gedaan, zodat hij een eventueel verschil tussen behandelingen zelf kon ondervinden..

2 *Materiaal & Methoden*

2.1 *Locatie, voorgeschiedenis en weer*

De proeflocatie is gelegen in de Hoekse waard, bij oudendijk, op een klei perceel. Aan de rand van het perceel ligt een sloot. De historie van het perceel: in april in 2006 is er 30 kuub rundveedrijfmest opgebracht, waarna in mei 2006 kool is geplant. In het najaar van 2006 is er 30 kuub rundveepotstalmest uitgereden. In mei 2007 is bemest met 4 ton/ha vinasse, waarna er prei is verbouwd tot begin april 2008. Mei 2008 is gras/klaver gezaaid, en deze was ongeveer 1 jaar oud in heb voorjaar 2009, toen de proef begon.

odemanalyses uit 1998 van het perceel laten de volgende waarden zien: Pw=37 mg P₂O₅/l, P-AL=74 mg P₂O₅/100 g droge grond, K-HCl=45 mg K₂O/100 g droge grond, pH-HCl=7.2, OS=3.0%, Lutum=28%, Slib=38%-46%. Dit geeft dus wat betreft P en K voldoende voedingsstoffen aan.

2009 was een redelijk warme zomer, met in augustus en in september twee droge periodes (Bijlage 1).

2.2 *Uitvoering*

In het voorjaar 2009 is een proef ingezet met courgette (cultivar Tosca, geschikt voor najaarsteelt). Opzet en afmetingen zijn weergegeven in Bijlage 2. De proef bestond uit drie verschillende behandelingen (Tabel 2-1) in vier herhalingen (vier blokken, achter elkaar gelegen, twaalf veldjes in totaal). Uitgangspunt was om te beginnen met de behandeling zoals in 2008 getest, waarbij courgette wordt gezaaid op bedden, gefreesd in gemaaide grasklaver, die deze tussen de bedden gewoon verder groeit. Bij het frezen is dus alleen daar waar het courgettebed komt de grasklaver zode kapot gefreesd. 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. Om dit in 2008 geteste systeem te optimaliseren is uitgegaan van de behandeling met courgette na grasklaver zonder bijbemesting (behandeling 1) en is geprobeerd 70% van de oorspronkelijke mestgift te gebruiken om ook vroeg in het seizoen de opbrengst te verhogen (behandeling 2). De verkrijgbaarheid van vinasse in dit voorjaar was echter niet goed en daarom is voor een andere, snel werkende meststof gekozen, namelijk Monterra malt korrels met 13% N. Omdat er afgelopen jaar werd geopperd dat in situaties van droogte het wel eens zo zou kunnen zijn dat de grasklaver tussen de bedden de groei van de courgette remt door vochtconcurrentie, is er een derde behandeling uitgetest waarbij de gras/klaver tussen de bedden korter werd gehouden. Deze werd 1x per week gemaaid in plaats van de 1x per 2 weken, wat gebruikelijk was voor de andere behandelingen.

Tabel 2-1 Behandelingen van het experiment in 2009 bij Hans en Jan Rozendaal.

Nr.	Voorvrucht	Grondbewerking	Behandeling
1	1 jaar gras/klover	frezen	Geen bemesting
2	1 jaar gras/klover	frezen	600 kg/ha Monterra malt (13 % N) = 78 kg N/ha
3	1 jaar gras/klover	frezen	Geen bemesting, gras/klover kort gemaaid (1x per week)

Data van werkzaamheden:

- 21 maart 2009: schapen zijn van de gras/klover afgehaald zodat deze nog enige biomassa kon vormen alvorens de proef begon.
- 1 mei: proefveld uitgemeten, 1^e keer grondmonsters gestoken (tot 60 cm diep) en gewasmonsters geknipt van de gras/klover voor drogestof analyse en klaveraandeel, Hans maaide de grasklover en liet het materiaal liggen om wat in te drogen.
- 8 mei: Hans heeft stroken gefreesd
- 14 mei: met Coen ter Berg en Hans samen profielkuilen gegraven en bodembeoordelingen gedaan.
- 27 mei: Hans heeft bemest in de behandeling 3, plastic getrokken (had afgelopen periode nl. geregend, daar wachtte hij op), slakkenkorrels gestrooid en een geluidskanon gezet, om plantuitval te voorkomen.
- 30 mei: zaai van de courgettes, gelijk met het praktijkstuk eromheen.
- 22 juni: Hans heeft een herzaai gedaan in plantgaten zonder plant
- 23 juni: tweede keer bodemmonsters gestoken
- 27 juli t/m 11 september: oogstperiode. Iedere woensdag is hier de opbrengst in de veldjes gemeten
- 12 augustus: derde grondbemonstering
- 19 augustus: inzet bewaarproefje met courgettes door Hans
- 24 augustus: Hans heeft beregend (30 mm)
- 18 september: bodembeoordeling door profielkuilen en tellen aantal planten
- 6 oktober: planten omgedaan, ondiep gefreesd (5-10 cm), maar grond is erg droog
- 9 oktober: laatste grondmonsters, tot 60 cm diep.

2.3 Metingen

Het aantal planten in de proef is op 18 september geteld, per bed in elk veldje,. In het voorjaar is 1 maal bijgezaaid, en plantuitval was veel kleiner in vergelijking met 2008. Omdat toch ook de resulterende grootte van de planten verschilde per proefplot (waarschijnlijk door slakkervraat in het groeipunt van een plantje) is een onderscheid gemaakt tussen grote en kleine (nooit volgroeide) planten. Omdat de plantuitval veel lager was dan in 2008 zijn metingen van de bodem en de opbrengst verder gewoon per plotje uitgevoerd.

2.3.1 Bodem

Grondbemonstering en metingen aan de bodem zijn gedaan zoals weergegeven in Tabel 2-2. Op 1 mei, aan het begin van de proef, is een uitgebreide bodemanalyse gedaan tot op 60 cm diepte. Hierna is de beschikbare hoeveelheid nitraat-N gevolgd door het seizoen door middel van 3 metingen. De bemonstering op 23 juni was een drietal weken na de toediening van de Monterra malt en de zaai, zodat dit een weergave is van de piek van vrijgekomen stikstof door het frezen van de gras/klaver en de bemesting. Op 23 juni stonden er al planten maar is nog niet geoogst. De datum 12 augustus ligt in het productieseizoen, terwijl 9 oktober na teeltbeëindiging was gepland.

Een visuele bodembeoordeling van de bodem zoals beschreven in Koopmans *et al.* (2005) is gedaan in alle drie de behandelingen op 14 mei, voorafgaande aan de courgette teelt en op 18 september, na de laatste oogst. Op 14 mei zijn er twee profielkuilen gegraven, voor en achter op het perceel (aangezien er nog geen proefveldjes waren uitgemeten is de variatie van voren naar achteren bekeken). Hierbij is de bovenste 30 cm van de bodem eruit gehaald en beoordeeld op structuur, compactheid, porievolume en bodemleven en beworteling. Daarna is nog eens 30 cm dieper gegraven, en is de procedure herhaald. Op 18 september is een bodembeoordeling gedaan in 2 herhalingen (blok 1, voor op perceel, en blok 5 achter op het perceel), en wel in alle drie de behandelingen, dus in totaal zijn er 6 profielkuilen gegraven en beoordeeld volgens de hierboven beschreven methodiek.

Tabel 2-2 Bodemmetingen in de courgette teelt.

Parameter	1 mei	23 juni	12 augustus	9 oktober
N-totaal	0-30 + 30-60			
N-ammonium	0-30 + 30-60			
N-nitraat	0-30 + 30-60	0-30	0-30	0-30 + 30-60
P-totaal	0-30 + 30-60			
P-PAE	0-30 + 30-60			
P-w	0-30 + 30-60			
P-AL	0-30 + 30-60			
kali	0-30 + 30-60			
pH	0-30 + 30-60			
Organische stof	0-30 + 30-60			
Lutum	0-30 + 30-60			
Na, Mn, Cu, Co, B, Zn	0-30 + 30-60			

2.3.2 Opbrengst

Opbrengst metingen zijn gedaan door Hans en Jan Rozendaal zelf, net voor of tijdens de routine van het oogsten voor de handel. De courgettes werden in de oogstperiode dagelijks geoogst (behalve op zondag). Elke woensdag is de opbrengst van de planten in elk plot apart gemeten en bijgehouden. De courgettes van deze planten zijn hierbij apart gehouden en per gewichtsklasse gewogen en geteld.

Om een eventueel verschil in bewaarbaarheid van de courgettes te detecteren is er op 19 augustus een bewaarproefje ingezet, waarbij courgettes uitermate voorzichtig zijn behandeld tijdens het oogsten, en in kistjes met een zachte bodem zijn weggezet. Een maand later, 18 september, is vervolgens gekeken of hierin verschillen te zien waren.

2.4 Analyses en verwerking

Bodemanalyses zijn op de eerste datum gedaan door BLGG en op de drie data daarna met de RQ-flex stikstofanalyse van grondmonsters, 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 en courgetteteelt in 2009

De gras/klaver had een biomassa van 3.9 ton/ha, met een hoog klaver aandeel van 81.7 %, gemeten in twee monsters (voor en achter op het perceel) zoals weergegeven in Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Droge stof opbrengst en klaveraandeel van de klaver voor de courgetteteelt in 2009.

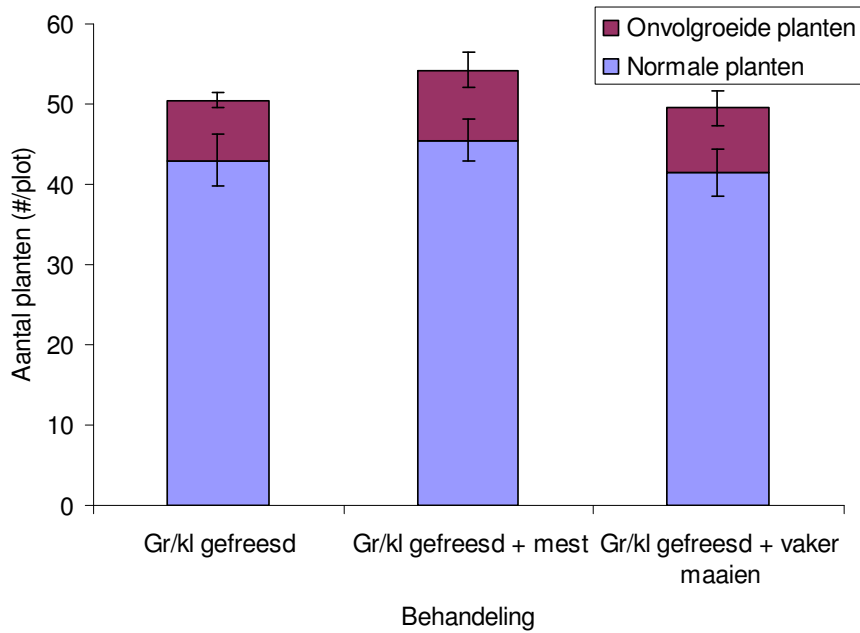
	Droge stof opbrengst (ton/ha)	Klaveraandeel (% van droge stof)
Monster nr 1	4.4	85.6
Monster nr 2	3.5	77.8
gemiddelde	3.9	81.7
sterror	0.4	3.9



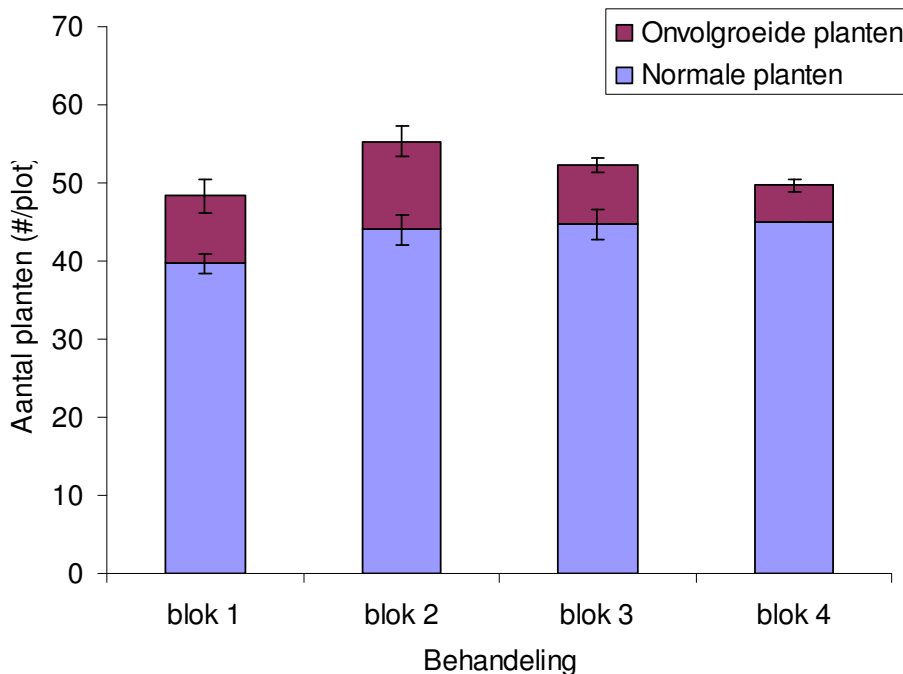
Figuur 3-1 Het maaien van de grasklaver in mei 2009 vóór de courgetteteelt.

3.2 Plantenaantal

De plantenaantallen van veldjes in de drie behandelingen verschilden niet significant aan het einde van de teelt (,Figuur 3-2 $p=0.058$) . Trends lieten het hoogste plantenaantal zien in de behandeling met bemesting, en het laagste plantenaantal in de behandeling waarin de grasklaver vaker gemaaid werd. Wel was er sprake van een significant blok effect (Figuur 3-3, $p<0.05$), oftewel het plantenaantal verschilde significant tussen de herhalingen, en wel zo dat des te verder de herhaling van de kopakker van het veld lag, des te hoger het plantenaantal was en dus des te minder er uitval van planten was



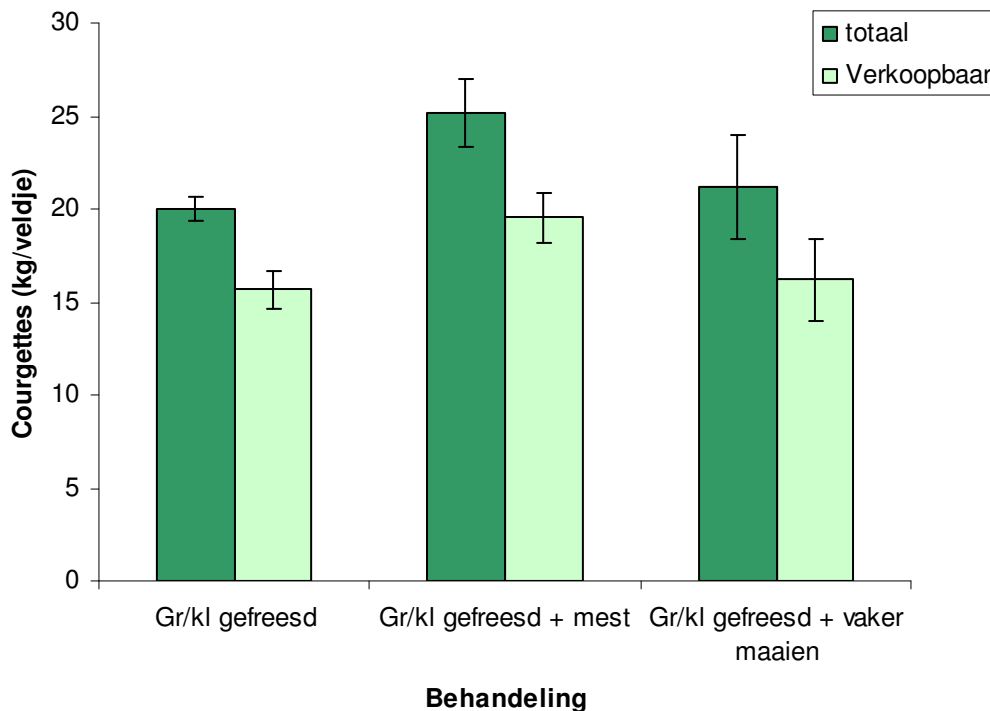
Figuur 3-2 Plantenaantal van courgette in de drie behandelingen, gemeten op 18 september 2009. Er is onderscheid gemaakt tussen onvolgroeide en normale planten (>25 cm). Foutbalken geven standaard fout van het gemiddelde weer.



Figuur 3-3 Plantenaantal van courgette in de vier herhalingen (blok 1 t/m 4), gemeten op 18 september 2009. Er is onderscheid gemaakt tussen onvolgroeide en normale planten (>25 cm). Foutbalken geven de standaardfout van het gemiddelde weer.

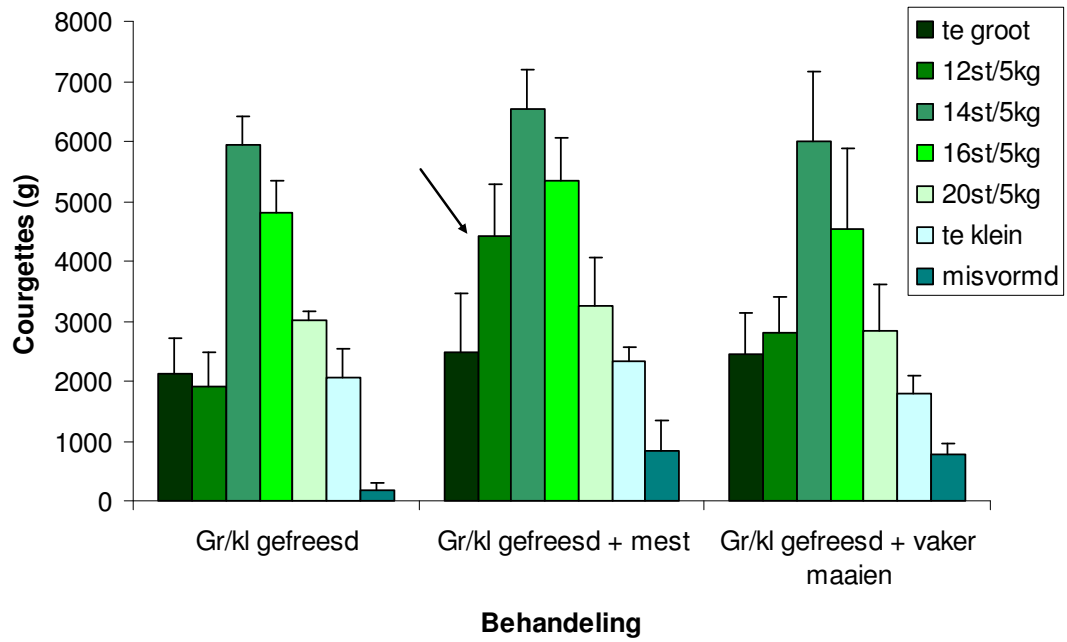
3.3 Opbrengst

De opbrengst, uitgedrukt in het totale gewicht aan geoogste courgettes gemeten op de woensdagen in de 7 oogstweken, was in alle herhalingen hoger voor de behandeling 2 (courgette op bedden na gefreesde grasklaver plus monterra malt) dan voor de behandelingen 1 en 3 zonder extra bemesting (Figuur 3-4). De behandeling waarin de gras/klaver tussen de bedden vaker gemaaid werd was variabel: in 1 herhaling viel de opbrengst hier heel hoog uit, terwijl dit niet het geval was in de drie anderen. Hierdoor gaf een ANOVA met alle drie de behandelingen geen significante verschillen weer ($p=0.154$ voor totaal gewicht, $P=0.196$ voor verkoopbaar gewicht). Als echter alleen de behandelingen 1 en 2 ten opzichte van elkaar vergeleken worden, is het verschil wel significant ($P=0.036$ voor totaal gewicht, $p=0.017$ voor verkoopbaar gewicht).

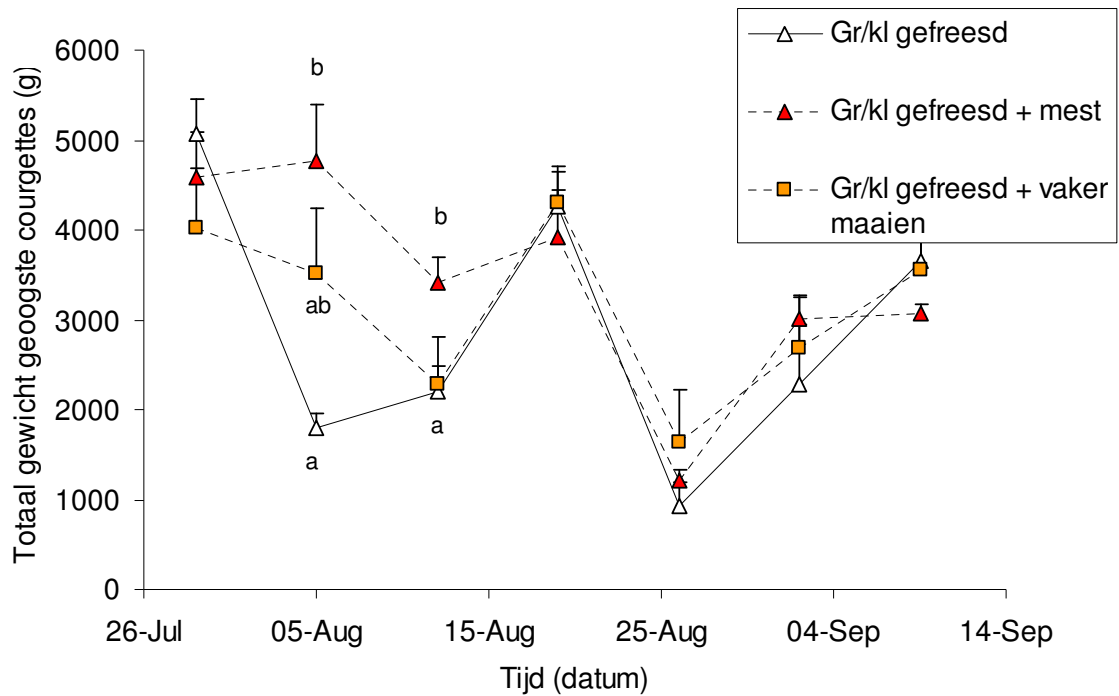


Figuur 3-4 Opbrengst aan goede courgettes, uitgedrukt als kg per 20 planten over de totale periode (links) en als totaal aantal geoogste courgettes (rechts).

De totale opbrengst kan ook worden uitgedrukt in gewicht per klasse (Figuur 3-5). We zien dan dat het verschil tussen de behandeling met monterra malt bemesting en de twee andere voor een groot deel zit in de maat 12 stuks/5 kilo, waarin in de bemeste behandeling beduidend meer courgettes zijn geoogst.



Figuur 3-5 Het gewicht aan courgettes per (grootte)klasse, geoogst in de drie behandelingen.



Figuur 3-6 De opbrengsten van de drie behandelingen uitgezet in de tijd. De beide gras/klover behandelingen zijn in rood weergegeven

Het gewicht aan geogoste courgettes gedurende de periode vertoonde duidelijk verschillen tussen de drie behandelingen (

). Aan het begin van de oogstperiode (oogstweek 2 en oogst week 3) was de opbrengst in de behandeling met bemesting significant hoger dan in de behandeling zonder bemesting. Later veranderde dit: de opbrengsten voor alle drie de behandelingen bleven vergelijkbaar. Aan het begin van het seizoen wordt dus de winst behaald.

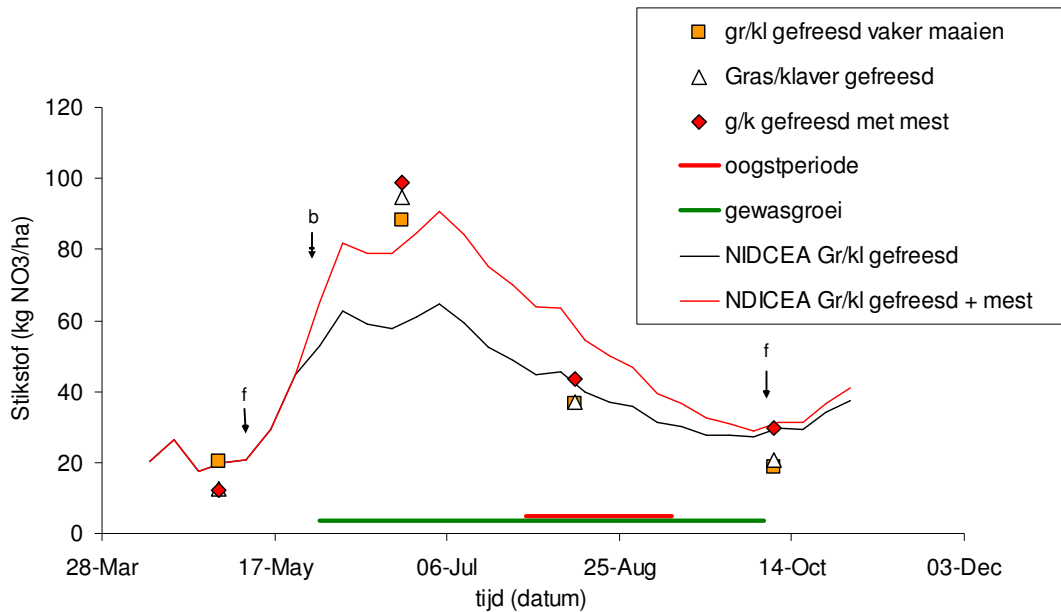
Opvallend in de grafieken van de opbrengst in de tijd is dat er fluctuaties in zitten, met bijvoorbeeld een duidelijke dip in de opbrengst in de week van 25 augustus. Om een verklaring hiervoor te zoeken is de opbrengst in de tijd ook uitgezet samen met de gemiddelde temperatuur en de regenval (Bijlage 3). Deze factoren kunnen de dip niet volledig verklaren..

3.4 Bewaarproef

De bewaarproef met courgettes, die was ingezet op 19 augustus 2009, heeft geen eenduidige verschillen opgeleverd tussen de verschillende behandelingen.

3.5 Bodemanalyse en stikstof

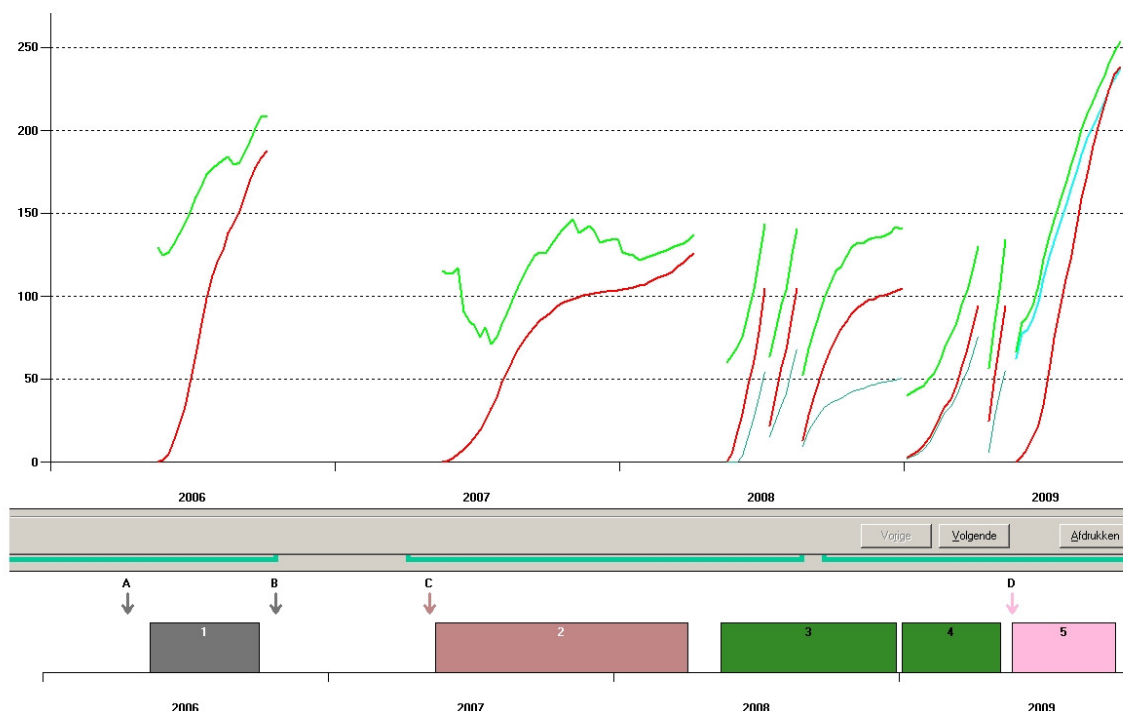
De detailresultaten van de uitgebreide bodemanalyse in alle plotjes van de proef zijn weergegeven in Bijlage 4. Op grond hiervan zijn er geen beperking van fosfaat of kali op de groei te verwachten. Het verloop van nitraat-N gemeten in de drie behandelingen liet slechts kleine verschillen zien (Figuur 3-7): Na bemesting was het gemeten nitraat-N inderdaad het hoogst in de behandeling waarin bemest was, en dit bleef zo tot het einde van het seizoen. De gemeten verschillen in nitraat-N waren echter kleiner dan de door NDICEA berekende verschillen.



Figuur 3-7 Nitraat-N gemeten in de bodem van de proef, in de drie behandelingen. De groene lijn geeft de periode aan van zaai tot het einde van de proef, de rode lijn geeft de periode aan dat er geoogst werd. Pijltjes met f geven het moment van frezen na de gras/klover en de courgetteteelt weer, en het pijltje met de b geeft het moment van bemesten weer.

3.6 Bemestingsniveau van stikstof

Met NDICEA kan onder de gegeven omstandigheden en met de gegeven opbrengst ook berekend worden of een kleinere mestgift dan 78kg N per ha voldoende zou zijn geweest voor een zelfde opbrengst. Hiertoe is een tweetal berekeningen gedaan, en wel met 52 en met 26 kg N per hectare (Figuur 3-8). Bij een mestgift van 52 kg N/ha is er nog wel een marge tussen de behoefte aan N van het gewas en de beschikbaarheid. Bij 26 kg N/ha duikt de blauwe lijn van N-beschikbaarheid onder de rode lijn van N-behoefte en zou de opbrengst naar verwachting lager uitgevallen zijn. Voor het behouden van de huidige opbrengst lijkt het dus nog mogelijk ietsjes terug te gaan wat betreft bemesting, maar voorzichtigheid is gewenst.



Figuur 3-8 Berekening in NDICEA van de behandeling met monterra malt, maar daarbij teruggebracht naar 52 (groene lijn) en 26 (blauwe lijn) kg N/ha. De rode lijn geeft de N-behoefte van het gewas bij de gegeven opbrengst in de tijd weer.

3.7 Bodemontwikkeling

Het proefperceel in 2009 had een wat zwaardere grond dan in 2008. Op 14 mei is een eerste visuele bodembeoordeling uitgevoerd aan de hand van profielkuilen (Koopmans et al, 2005. Zie voor gedetailleerde resultaten bijlage 5). Dit was kort nadat de grasklaver, was gemaaid en in bedden was gefreesd.. Er zijn twee profielkuilen gegraven.. Beiden gaven eenzelfde beeld: over het algemeen was de structuur en de ontsluiting van de ondergrond goed. Een bovenlaag van zo'n 7 cm was 80% kruimelig, en bevatte behoorlijk wat wortels. Verscheidene klaverwortels met duidelijke stikstofknolletjes zijn waargenomen, en de knolletjes waren vanbinnen goed roze van kleur, wat aangeeft dat er N-binding heeft plaatsgevonden. De laag van 7-15 cm diepte was wat minder kruimelig, en in de laag van 15-30 cm diepte was de bodem voornamelijk scherpblokkig van structuur. De nog diepere ondergrond had de neiging weer iets minder vast te zijn. Vooral in de laag 15-30 cm was het effect van de vorst in de strenge winter in 2008/2009 goed zichtbaar: het is hier doorgevroren met een prismastructuur tot gevolg (Figuur 3-9 en)Figuur 3-10). Dit kan wel eens erg positief zijn geweest voor de bodemstructuur op dit perceel. Een opvallend

verschil met de proef van afgelopen jaar is dat er dus geen storende erg compacte laag zit die de ontsluiting van de ondergrond tegengaat.



Figuur 3-9 De bodemstructuur in de proef op 14 mei. Er is een erg kruimelige bovenlaat tot een diepte van 7 cm, waarna een wat compactere laag volgt.



Figuur 3-10 Figuur 6b. Als gevolg van vorst in de winter 2008/2009 is er een prisma-achtige scherpboekkige structuur ontstaan in wat diepere bodemlagen. Dit is erg belangrijk voor de ontsluiting van de ondergrond.

Een tweede visuele bodembeoordeling is uitgevoerd op 18 september (zie bijlage 5). Hierbij zijn in herhaling 1 en herhaling 4 elk drie profielkuilen gegraven, in elke behandeling een. Het algemene beeld is dat van een goede structuur en erg veel bovenleven in de bovenste 6-10 cm, die zijn kruimelige structuur in de meeste gevallen behouden heeft. Veld 3, met de behandeling waarin vaker gemaaid is, lijkt hierop een uitzondering. De bovengrond was hier wat vaster en minder doorworteld. Wortels zijn gezien tot op een diepte van 70 cm, wat mede te danken is door effecten van de vorst, die nog steeds zichtbaar lijken.

We kunnen hieruit concluderen dat een dergelijke bodem geen reden geeft om aan te nemen dat een gewas hierop problemen heeft. De bodem is zwaar, maar de ondergrond is toegankelijk voor wortels. Bodemleven is er voldoende in het bovenste laagje, en er is ruimtelijke variatie meaar niet in dergelijke mate dat er gekke plekken in het veld zitten.

4 *Discussie en conclusies*

4.1 *Discussie*

In 2009 is, in vervolg op 2008, gekozen voor een proef in herhalingen die statistisch geanalyseerd kan worden. De proefuitvoering is goed verlopen. De plantaantallen waren in 2009 gelijkmatiger en de plantuitval was in 2009 lager dan in 2008. Aan de resultaten van 2008 (Timmermans *et al.*, 2010a) is de hypothese ontleend dat grasklaver als voorvrucht geschikt is voor zowel structuurverbetering als stikstoflevering, maar dat de stikstoflevering pas later in het seizoen op gang komt. De resultaten van 2009 bevestigen dit beeld. Indirect betekent het ook dat stikstof beschikbaarheid een overheersende factor is voor opbrengst en sortering. Dat blijkt ook uit het onderzoek bij Joost van Strien (van der Burgt *et al.*, 2010b) en bij Jan van Lierop (van der Burgt en Staps, 2010).

De fluctuaties in de opbrengst per week kunnen niet goed gekoppeld worden aan omgevingsfactoren temperatuur en neerslag. Er zijn dus nog andere factoren in het spel. Misschien speelt ook de systematiek van het meten een rol: één vaste dag per week, omdat dagelijkse meting in de praktijk van het bedrijf onuitvoerbaar was. Deze methodiek levert én minder opbrengstdata én waarschijnlijk meer spreiding op.

De metingen van de N-mineraal in de grond liggen het hele seizoen dicht bij elkaar. Dit is niet strijdig met de veronderstelling dat er een flink verschil in stikstof beschikbaarheid tussen de behandelingen bestaat. De N-min is het resultaat van beschikbaar komen én opname door het gewas; indien meer beschikbaar komt maar er ook meer wordt opgenomen kan het netto resultaat weinig verschillen tonen. Dat zou ook een verklaring kunnen zijn voor de mismatch in de NDICEA berekeningen. De N-mineraal van de behandeling grasklaver zonder mest komt in de berekeningen lager uit, terwijl de meting (met name de tweede meting) van N-mineraal weinig verschil laat zien tussen wel en geen bemesting (Figuur 3-7). De kilo opbrengst is in de berekening wel verdisconteerd, maar een eventueel lager N-gehalte in het product niet. Dat is echter niet geanalyseerd. Als de behandeling zonder mest een lager N-gehalte zou hebben gehad zou de totale N-opname dus lager zijn geweest dan nu verondersteld en zou de lijn N-mineraal in de bodem hoger uitkomen en dus een kleiner verschil laten zien met de behandeling met bemesting.

4.2 *Conclusie*

De vraag die we met deze proef willen beantwoorden kunnen we niet los zien van die van het jaar ervoor, waarvan deze proef een navolging is. Toen is aangetoond dat courgette na een grasklaver voorvrucht zonder mestgift Een

even grote opbrengst gaf als na kool met bemesting. In het tijdsverloop van de opbrengst zaten echter wel degelijk verschillen. De behandeling met voorvrucht kool en met bemesting had grotere, gezonder ogende planten die in het begin van de oogst periode meer oprachten. De behandeling van onbemeste courgette op bedden gefreesd in grasklaver had echter juist in een wat later stadium een hogere opbrengst dan de voorgenoemde variant.

Onderzoeksvraag in 2009 was dan ook of we beide voordelen niet kunnen combineren: grasklaver als voorvrucht met een wat lager dan gebruikelijke mestgift, waarbij de bemesting vroeg in het seizoen de opbrengst verhoogt, terwijl de grasklaver hiervoor later in het seizoen zorgt. Het antwoord op deze vraag is ronduit ja: het is gelukt met een beperkte mestgift, die 30 % minder was dan de oorspronkelijke mestgift, een opbrengstverhoging van 25% te bewerkstelligen!

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. 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, 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.

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)

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.

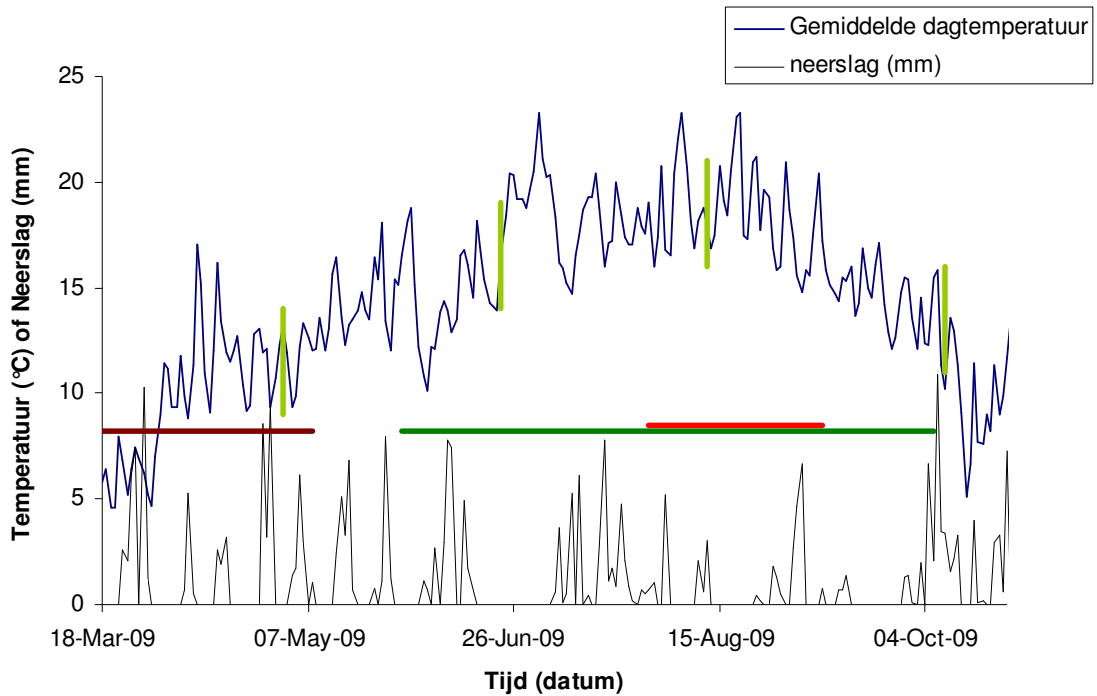
Scholberg, J., Berg, C. ter, Staps, S. en Strien, J. van, 2010. **Minder en Anders Bemesten . Voordelen van maaimeststoffen voor de teelt van najaarsspinazie.** Resultaten veldproef bij Joost van Strien in Ens, 2009. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-007 LbP, 44 pp.

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, kool 2010. Louis Bolk Instituut, Driebergen,
publicatienummer 2010-027 LbP (in voorbereiding)

Bijlage 1: Weersomstandigheden 2008 in Zuid Holland

Zomer 2008 was redelijk warm, met behoorlijk wat zon en zonder extreem hete of droge perioden. Dit is weergegeven aan de hand van het weer in Rotterdam in de zomer 2008 (Bron: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)).



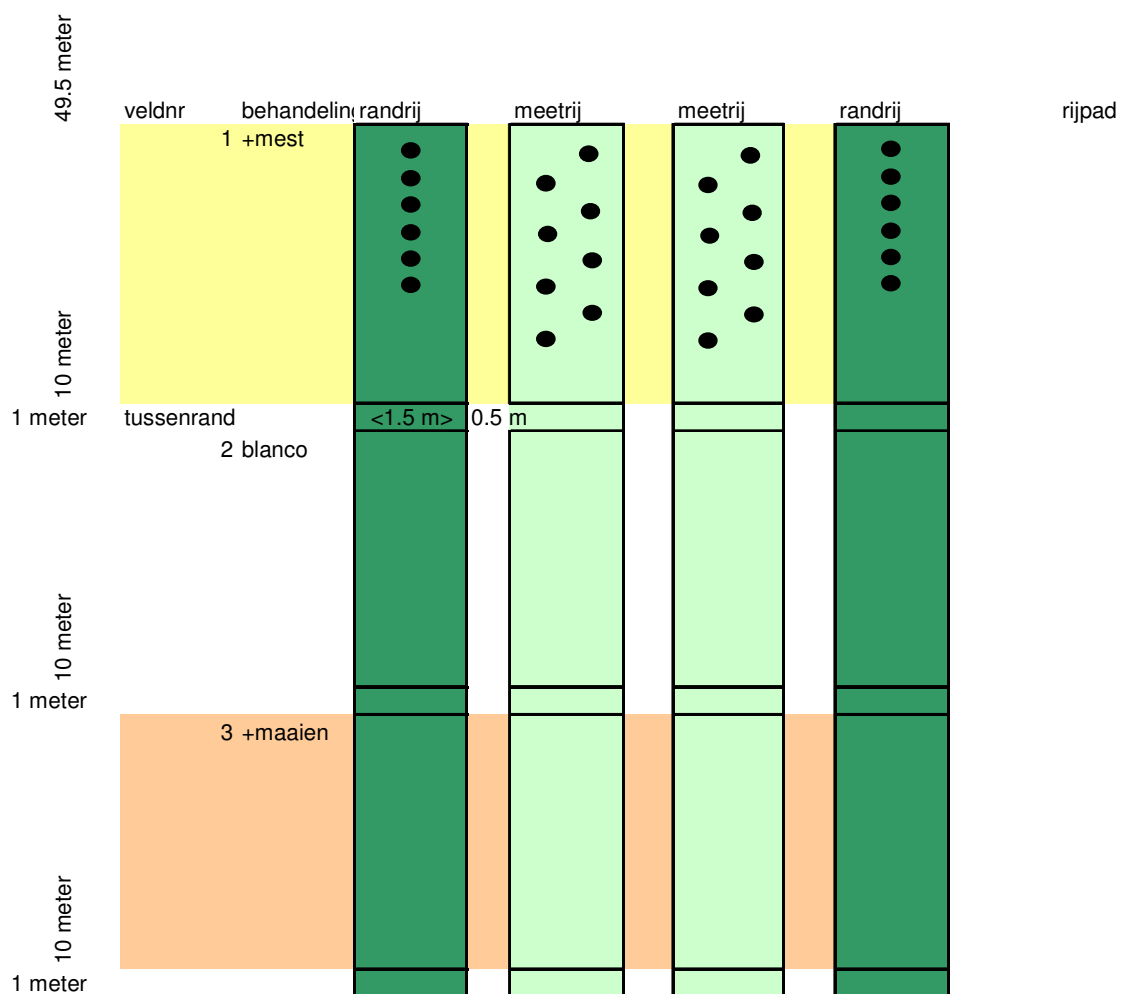
Figuur 1. De gemiddelde dagtemperatuur in Rotterdam (150cm hoogte, schaduw, blauwe lijn) en het dagtotaal van de neerslag (zwarte lijn) voor het groeiseizoen in 2009. Lichtgroene verticale lijnen geven aan wanneer bodemmonsters zijn genomen, bruine horizontale lijn geeft de periode van de grasklaver weer, donkergroene horizontale lijn geeft de periode van het courgettegewas weer en de rode horizontale lijn geeft aan in welke periode de courgettes werden geoogst.

Bijlage 2: Opzet van de proef in Oudendijk

In 2009 is er in Oudendijk een courgetteproef uitgevoerd met drie behandelingen, in 4 herhalingen, zoals weergegeven in tabel 1. De ruimtelijke opzet van de proef is weergegeven in figuur 1 voor de eerste herhaling.

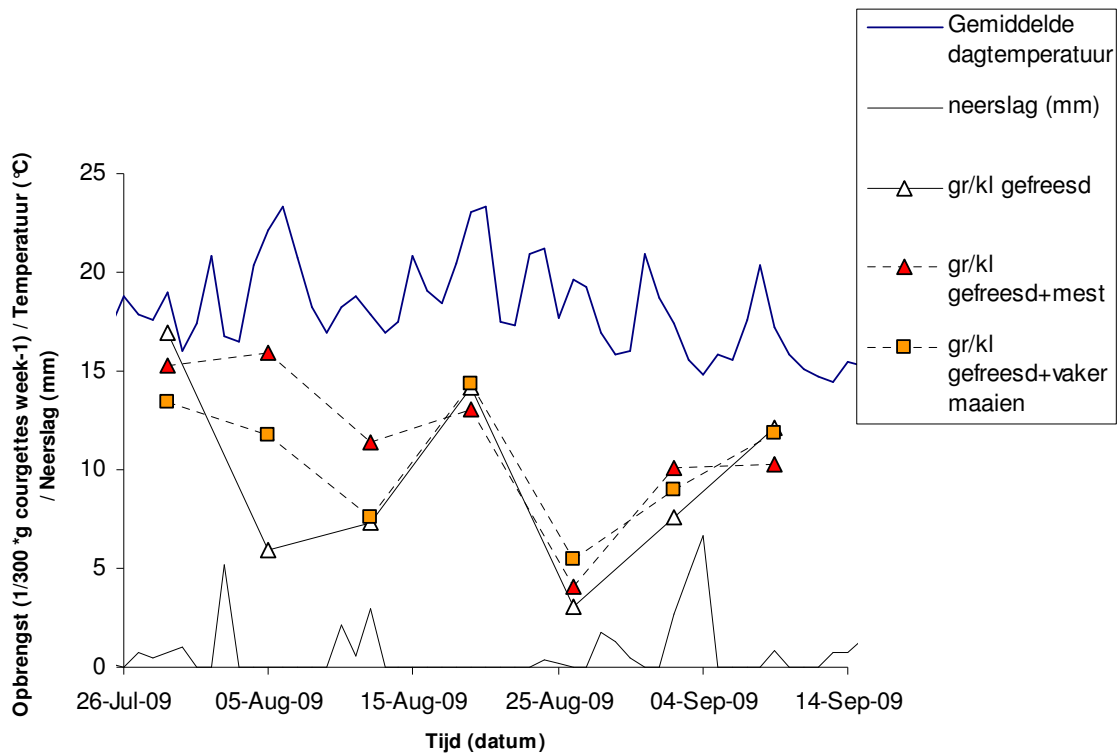
Tabel 1. De proefindeling van de courgetteproef in 2009, te oudendijk.

veld	blok	behande	Omschrijving
1	1	2	gras/klaver gespit+gefreeds met mestgift
2	1	1	gras/klaver gespit+gefreeds
3	1	3	gras/klaver gespit+gefreeds +vaak maaien
4	2	2	gras/klaver gespit+gefreeds met mestgift
5	2	3	gras/klaver gespit+gefreeds +vaak maaien
6	2	1	gras/klaver gespit+gefreeds
7	3	3	gras/klaver gespit+gefreeds +vaak maaien
8	3	2	gras/klaver gespit+gefreeds met mestgift
9	3	1	gras/klaver gespit+gefreeds
10	4	2	gras/klaver gespit+gefreeds met mestgift
11	4	1	gras/klaver gespit+gefreeds
12	4	3	gras/klaver gespit+gefreeds +vaak maaien



Figuur 1. De proefopzet van de eerste herhaling van de courgetteproef met drie behandelingen in Oudendijk, 2009. Ieder proefveldje bestond uit 2 ruggen met daarop courgette, elk 1.5 m breed, en dan 10 meter lang. Alle tussenruimtes tussen ruggen waren 0.5 m breed, met uitzondering van het rijpad voor de trekker. De gezaaide courgettes zijn weergegeven met de zwarte stippen boven in het schema, met twee rijen in de plots. In de randrijen stond slechts een rij courgettes. De resterende drie herhalingen hadden eenzelfde indeling (maar een andere behandelingsvolgorde).

Bijlage 3: Aantal geoogste courgettes in de tijd, uitgezet met regenval en temperatuur



Figuur 1. De opbrengst in de courgetteproef, in $(1/300)*g$ geoogste courgettes per veldje, zoals wekelijks gemeten, uitgezet met de gemiddelde etmaaltemperatuur ($^{\circ}C$) en de etmaal neerslag ($x10$ mm) gemeten in Rotterdam (data: KNMI) in 2009.

Bijlage 4: Resultaten van de bodemanalyse

Plot nr	diepte	Stikstof-totaal	Ammonium-N	Nitraat-N	Fosfor	P-AL	Kali	Zuurgraad	Organische	Lutum	P-totaal
		mg N/kg	mg NH4-N/kg	mg NO3-N/kg	mg P/kg	mg P2O5/100g	mg K2O/100g	(pH)	stof %	%	mg P2O5/100g
1	0-30	1710	7.6	3.6	1.7	90	44	7.3	3	27	252
2	0-30	1730	8.7	2.9	1.7	96	46	7.4	3.2	27	254
3	0-30	1740	8.1	3.3	2	97	48	7.2	3.2	27	258
4	0-30	1700	6.6	3.1	2	99	50	7.3	3.2	27	251
5	0-30	1760	20.1	8.8	1.5	97	52	7.3	3.2	28	251
6	0-30	1760	7.6	2.7	1.7	94	49	7.3	3.2	28	249
7	0-30	1720	9	4	1.4	85	45	7.4	3.2	26	245
8	30-60	1760	9.5	3.1	1.3	94	44	7.4	3.2	27	242
9	0-30	1800	4.9	2.8	1.6	89	45	7.4	3.2	28	250
10	0-30	1760	4.5	2.9	1.3	85	41	7.2	3.2	27	240
11	0-30	1740	5.4	3.8	1.6	90	43	7.3	3.4	28	249
12	0-30	1740	6.7	3.1	1.6	88	39	7.3	3.2	28	234
1	30-60	900	6	2.1	0.2	25	23	7.2	1.8	21	136
2	30-60	1150	8.5	2.4	0.5	34	28	7.4	2	24	152
3	30-60	940	7.6	2.4	0.4	31	26	7.5	1.8	21	143
4	30-60	1170	8.2	2.1	0.6	37	32	7.3	2.2	25	159
5	30-60	1340	<1.2	<1.2	0.6	51	36	7.4	2.4	26	177
6	30-60	1240	7.6	3.6	0.3	28	27	7.4	2.2	27	147
7	30-60	910	5.9	2.7	0.3	26	25	7.6	1.8	20	135
8	0-30	910	9.1	1.9	<0.2	14	21	7.5	1.8	24	120
9	30-60	1190	5.9	2.1	0.5	43	29	7.4	2.2	24	167
10	30-60	810	<1.2	<1.2	<0.2	14	15	7.5	1.6	22	122
11	30-60	1170	4.8	2.4	0.3	32	23	7.4	2.2	25	147
12	30-60	1100	6.5	2.3	0.4	34	23	7.5	2	24	149

Plot nr	diepte	Kalium	Magnesium	Natrium	Mangaan	Koper	Kobalt	Borium	Zink
		mg K/kg	mg Mg/kg	mg Na/kg	µg Mn/kg	µg Cu/kg	µg Co/kg	µg B/kg	µg Zn/kg
1	0-30	174	94	17	<205	47	<2.5	415	<100
2	0-30	183	96	17	<205	46	<2.5	418	<100
3	0-30	187	96	16	<205	62	<2.5	416	<100
4	0-30	189	98	16	<205	68	<2.5	424	<100
5	0-30	190	99	16	<205	62	<2.5	440	<100
6	0-30	186	99	15	<250	53	<2.5	402	<100
7	0-30	190	100	18	<250	69	<2.5	401	<100
8	30-60	184	97	17	<250	57	<2.5	375	<100
9	0-30	191	99	17	<250	71	<2.5	375	<100
10	0-30	174	99	19	<250	69	<2.5	385	450
11	0-30	183	103	18	<250	54	<2.5	405	<100
12	0-30	177	103	19	<250	66	<2.5	411	<100
1	30-60	91	74	23	<205	<20	<2.5	349	<100
2	30-60	118	81	24	<205	35	<2.5	372	<100
3	30-60	110	76	22	<205	38	<2.5	358	<100
4	30-60	129	87	24	<205	36	<2.5	397	<100
5	30-60	139	93	26	<205	58	<2.5	390	<100
6	30-60	113	91	28	<250	29	<2.5	384	<100
7	30-60	104	75	22	<250	<20	<2.5	315	<100
8	0-30	90	81	28	<250	28	<2.5	322	<100
9	30-60	128	89	26	<250	47	<2.5	348	<100
10	30-60	70	74	27	<250	37	<2.5	313	<100
11	30-60	102	85	28	<250	35	<2.5	351	<100
12	30-60	109	82	27	<250	36	<2.5	337	<100

Bijlage 5: Resultaten van de visuele bodembeoordeling

Bodembeoordeling Hans Rozendaal 14 mei 2009

Project minder en anders bemesten

Teelt courgette op grasklaver

Kuil 1

Structuur

	0-7 cm	7-15 cm	15-30 cm	30-60 cm
Kruimels%	80	40		
Afgerond %	20	60		25
Scherp %			100	75
Poriën 1-5	5	4	1	2
Wortels	4	4	3	3

Het profiel bestaat uit circa 60 cm kleipakket met daaronder lichte zavel. De bouwvoor is 35 cm waarvan de eerste 7 cm gras/klaverzode is gefreesd. De vorst heeft tot een diepte van 30 cm de klei tot kleine scherpblokkige prisma's doorgevoren. Hierdoor is de beworteling redelijk intensief tot een diepte van 70 cm. Het bodemleven is door de droge omstandigheden niet actief.

Kuil 2

Structuur

	0-7 cm	7-30 cm	30-60 cm	
Kruimels%	80	5		
Afgerond %	20	5	5	
Scherp %		90	95	
Poriën 1-5	4	1	1	
Wortels	4	3	1	

Het profiel is vergelijkbaar met kuil 1. Ook hier is de bodem doorgevroren tot 30 cm maar de prisma's zijn hier groter dan bij kuil 1. Onder de 30 cm is de bodem compact met weinig poriën en weinig wortels. Door deze compactheid is de ontsluiting naar de ondergrond minder goed dan bij kuil 1

Project minder en anders bemesten

Teelt courgette op grasklaver

Veld 1 + mest

Structuur

	0-7 cm	7-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
Kruimels%	80			
Afgerond %	20	20	10	80
Scherp %		80	90	20
Poriën 1-5	5	3	1	2
Wortels	5	2	2	3

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 is in de laag 6 tot 20 cm actief. Beworteling tot 70 cm

Veld 2 blanco

Structuur

	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-40 cm
Kruimels%	80	60		
Afgerond %	10	30	20	20
Scherp %	10	10	80	80
Poriën 1-5	5	4	2	2
Wortels	5	4	3	2

Ook hier is de bodem doorgevroren tot 30 cm maar de prisma's zijn hier groter dan bij veld 1. Op 30 cm is er veel activiteit van wormen. Beworteling tot 70 cm.

Veld 3 kort gemaaid

Structuur

	0-10 cm	10 - 20 cm	20-60 cm	
Kruimels%	50	10		
Afgerond %	50	40	20	
Scherp %		50	80	
Poriën 1-5	5	3	1	
Wortels	5	3	1	

Kuil gegraven op oude drainagegeul. Profiel tot 70 cm zeer compact met humusrijke bovengrond. Beworteling tot 70 cm.

Veld 10 + mest

Structuur

	0-7 cm	7-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
Kruimels%	80		10	
Afgerond %	20	10	50	20
Scherp %		90	40	80
Poriën 1-5	5	2	3	1
Wortels	5	4	3	1

Opvallend mooie structuur en zeer veel wortels in het gehele profiel.

Veld 11 blanco

Structuur

	0-7 cm	7-20 cm	20-40 cm	
Kruimels%	80			
Afgerond %	20	10	10	
Scherp %		90	90	
Poriën 1-5	5	3	1	
Wortels	5	4	1	

Ook hier is de bodem doorgevroren tot 20 cm en de prisma's zijn hier klein waardoor de beworteling inyensief is. De laag tussen 20 en 40 cm is verdicht. Beworteling tot 70 cm.

Veld 12 kort gemaaid

Structuur

	0-6 cm	6-20 cm	20-40 cm	
Kruimels%	80		10	
Afgerond %	20	10	40	
Scherp %		90	50	
Poriën 1-5	5	3	2	
Wortels	5	3	2	

Opvallend mooie ondergrond in tegenstelling tot veld 11