

**bioKennis**  
Bodemvruchtbaarheid

de natuurlijke kennisbron

**Toepassing van  
maaimeststoffen**

*Van Strien, 2011*

*G.J. van der Burgt  
P. Rietberg*

**LOUIS BOLK**  
I N S T I T U U T

*Een uitgave van het Louis Bolk Instituut  
in samenwerking met*

 **WAGENINGEN UR**  
For quality of life



In Nederland vindt het meeste onderzoek voor biologische landbouw en voeding plaats in voornamelijk door het Ministerie van EL&I gefinancierde onderzoeksprogramma's. Aansturing hiervan gebeurt door Bioconnect, het kennisnetwerk voor de Biologische Landbouw en Voeding in Nederland ([www.bioconnect.nl](http://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 (EL&I 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](http://www.biokennis.nl). Vragen en/of opmerkingen over het onderzoek aan biologische landbouw en voeding kunt u mailen naar: [info@biokennis.nl](mailto:info@biokennis.nl).

© 2012 Louis Bolk Instituut

Toepassing van maaimeststoffen -

Van Strien 2011

G.J. van der Burgt en P. Rietberg, 36 pagina's.

Zoektermen: maaimeststof, stikstof,  
bodemvruchtbaarheid.

Publicatienummer 2012-027 LbP.

Dit rapport kan alleen gedownload worden op  
[www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl)

[www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl)

# Voorwoord

Dit is het eerste tussentijdse verslag van onderzoek naar de optimalisatie van bedrijfsinterne mineralenstromen. Dit onderzoek vindt plaats binnen het BO-programma Verduurzaming Plantaardige Productieketen van het ministerie van Economische zaken, Landbouw & Innovatie. Wij zijn het ministerie erkentelijk voor de financiering van dit onderzoek.

Het onderzoek vond plaats op het bedrijf van Joost van Strien. We bedanken Joost van Strien voor zijn betrokkenheid bij het onderzoek en het uitvoeren van praktische werkzaamheden.

Het bedrijfsontwerp is eerder gepubliceerd, zie <http://www.louisbolk.org/downloads/2527.pdf>. Alle gegevens die in 2011 verzameld zijn binnen werkpakket 2 (Stikstofstromen in de praktijk: veldproeven) worden in dit verslag weergegeven. Gezien het feit dat dit het eerste jaar is van een meerjarig onderzoek worden er relatief weinig woorden gewijd aan discussie en conclusies. Het gaat vooral om het vastleggen en beschikbaar hebben van gegevens.

Hoofdstuk 1, 2 en 3 zijn geschreven door G.J. van der Burgt. Hoofdstuk 4 is geschreven door P. Rietberg.



# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>Summary</b>	<b>9</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>11</b>
<b>2 Perceel 3: Sjalot</b>	<b>13</b>
2.1 Proefopzet	13
2.2 Proefuitvoering	13
2.2.1 Bemesting	13
2.2.2 Vruchtwisseling	14
2.2.3 Bodemnitraatbepaling	15
2.2.4 NDICEA-berekeningen	15
2.3 Resultaten en interpretatie	15
2.3.1 Opbrengst, drogestofgehalte en stikstofgehalte	15
2.3.2 NDICEA-berekeningen	17
2.4 Conclusies	18
<b>3 Perceel 1B: pompoen</b>	<b>19</b>
3.1 Proefopzet	19
3.2 Proefuitvoering	20
3.2.1 Bemesting en vruchtwisseling	20
3.2.2 Bodemnitraatbepaling	20
3.2.3 NDICEA-berekening	20
3.3 Resultaten en interpretatie	20
3.3.1 Opbrengst, drogestofgehalte en stikstofgehalte	20
3.3.2 NDICEA-berekeningen	21
3.4 Conclusies	21
<b>4 Perceel 1A: Pompoen</b>	<b>23</b>
4.1 Proefopzet	23
4.2 Proefuitvoering	23
4.3 Resultaten	24

<b>5 Kool</b>	<b>25</b>
5.1 Proefopzet	25
5.2 Proefuitvoering	25
5.2.1 <i>Bemesting en vruchtwisseling</i>	25
5.2.2 <i>Oogst</i>	25
5.2.3 <i>Bodemnitraatbepaling en gewasanalyse</i>	25
5.2.4 <i>Berekeningen</i>	26
5.3 Resultaten & discussie	26
5.3.1 <i>Opbrengst, drogestofgehalte en stikstofgehalte</i>	26
5.3.2 <i>NDICEA-berekeningen</i>	29
5.4 Conclusies	30
<b>Literatuur</b>	<b>31</b>
<b>Bijlage I Bodemnitraatbepalingen</b>	<b>33</b>
<b>Bijlage II Meetgegevens eindooft kool</b>	<b>35</b>

# Samenvatting

Eén van de innovaties uit het project Minder en Anders Bemesten (2007 – 2010) is het gebruik van luzerne en grasklaver direct als meststof, de zogenaamde maaimeststof. Aangetoond is dat de werkzaamheid van de stikstof uit maaimeststoffen goed en goed voorspelbaar is. De toepassing op bedrijfsschaal is een volgende stap. In het vervolgonderzoek, waarvan dit het eerste tussentijdse verslag is, wordt op perceelschaal de toepassing van maaimeststoffen verder onderzocht en ontwikkeld.

In een veldproef met sjalot bleek het vrijkomen van stikstof uit grasklaver maaimeststof goed overeen te komen met de verwachtingen uit voorgaand onderzoek op basis van NDICEA. Door de lage stikstofbehoefte van sjalot en het ruime aanbod van stikstof was er in alle behandelingen ruim voldoende stikstof beschikbaar. De standaard bemesting gaf een iets hogere opbrengst en er waren verschillen in stikstofinhoud, droge stof gehalte en bladmassa.

Het experiment met maaimeststoffen in pompoen is voortijdig afgebroken wegens te grote opkomstongelijkheid.

In een ander perceel met pompoen, zonder experimentele bemestingsvarianten, bleek NDICEA redelijk in staat de stikstofdynamiek te beschrijven.

In een eenvoudig experiment met maaimeststof in rode kool leverde bemesting met maaimeststof luzerne een lagere opbrengst op dan bemesting met vinasse. Er was met maaimeststof echter ook maar de helft van de stikstof gegeven ten opzichte van vinasse. Er waren kleine verschillen in stikstofopname en drogestofgehaltes van product en gewasrest.





## *Summary*

One of the innovations out of the project “Minder en Anders Bemesten” (2007 – 2010) is the use of alfalfa or grass-clover directly as fertilizer: cut and carry fertilizer. It was shown that the nitrogen release out of cut and carry fertilizers is good, and well predictable. Next step is the introduction at farm level. In a following research project the use of cut and carry fertilizers is assessed and developed at field scale. The first results of this project are described in this report.

In a field experiment with shallot NDICEA predicted nitrogen release as expected from previous research with the model NDICEA. Because of the low nitrogen need of shallot and the abundant nitrogen availability in all treatments, all treatments had sufficient nitrogen. The standard treatment resulted in a slightly higher yield and there were some differences in nitrogen content, dry matter content and leaf production between the treatments.

The experiment with pumpkin was stopped because of a too large variation in germination and first growth.

In another field with pumpkin, without experimental fertilizer treatments, NDICEA described nitrogen dynamics acceptably.

In a simple experiment in red cabbage the cut and carry fertilizer alfalfa resulted in a lower yield than in case of the use of melasse, but the total nitrogen amount applied was half of the amount, compared to melasse. There were some differences in nitrogen uptake and dry matter content of crop and crop residue.



# 1 Inleiding

Biologische en gangbare landbouw is het noodzakelijk de aanvoer van mineralen, met name stikstof en fosfaat, te beperken. Deze noodzaak voort uit strikter wordende wetgeving, schaarste van grondstoffen (met name fosfaat), en negatieve effecten van overmatig gebruik van meststoffen voor het milieu. Het is daarom belangrijk de mineralen die al op het landbouwbedrijf aanwezig zijn, zo goed mogelijk te benutten. Dit kan door het intensiveren van de bedrijfsinterne processen, ook wel 'ecofunctional intensification' (Bedoussac et al., 2012) genoemd.

Op veel biologische bedrijven zijn luzerne en grasklaver belangrijke factoren in de vruchtwisseling. Deze worden veelal suboptimaal benut: zowel de benutting van de bodemgebonden stikstof (wortelresten) als die van de stikstof in de groene massa kent belangrijke verliesposten. Deze verliezen kunnen gereduceerd worden door de bedrijfsvoering volledig te richten op de bedrijfsinterne stikstof- en organischestofdynamiek. Voor het bedrijf van Joost van Strien is eerder een bedrijfsstrategie ontwikkeld waarin dit werd nagestreefd. Deze strategie heeft betrekking op de vruchtwisseling, de grondbewerking en de bemesting. De keuze van gewassen en groenbemesters, het gebruik van maaimeststoffen en het stimuleren van diepe en dichte beworteling zijn cruciale onderdelen van deze strategie. Ook de timing van bemesting en grondbewerking is van belang. In dit verslag staan de eerste resultaten van het uittesten van die bedrijfsstrategie.

Het onderzoek vond plaats op het gemengde biologisch-dynamische bedrijf van Joost van Strien in Ens (Noordoostpolder). Op dit bedrijf is het onderzoek vooral gericht op de interne stikstofstromen. Maaimeststoffen spelen daarin een centrale rol naast groenbemesters en het gebruik van compost. Fosfaat komt in andere projecten aan de orde.

Wat zijn de effecten van verschillende soorten maaimeststoffen op opbrengst en productkwaliteit? Dat is de vraag waarop een antwoord gezocht is. Daarnaast is de stikstofdynamiek gemodelleerd met het model NDICEA. Gecontroleerd is of de modeluitkomsten met de meetgegevens van bodemstikstof overeen kwamen.

Voor 2011 waren twee percelen geselecteerd waar maaimeststoffen toegepast zouden worden. Op één van die percelen zou bovendien een groenbemester geteeld worden. In de teelt van sjalot (op perceel 3) is maaimeststof (grasklaverkuil) in drie hoeveelheden toegepast in de teelt. Vervolgens is daar een groenbemester geteeld.

Op perceel 1B zou maaimeststof toegepast worden in drie hoeveelheden bij de teelt van pompoen en is de bodemmeetreeks gestart. Bij nader inzien leek het beter om te wisselen naar perceel 1A. De bodemmeetreeks op perceel 1B is voortgezet, als voorbereiding voor 2012 en verder. In hoofdstuk 2 zijn de resultaten met betrekking tot dit perceel beschreven.

Voor het zaaien van pompoen is op perceel A maaimeststof (verse grasklaver) toegepast in drie hoeveelheden. De opkomst en groei van pompoen waren echter zeer onregelmatig, waardoor het niet zinvol leek de proef voort te zetten. Deze proef is afgebroken. Voor de volledigheid staan de resultaten van de analyse van de maaimeststoffen en de bodemmetingen beschreven in hoofdstuk 3.

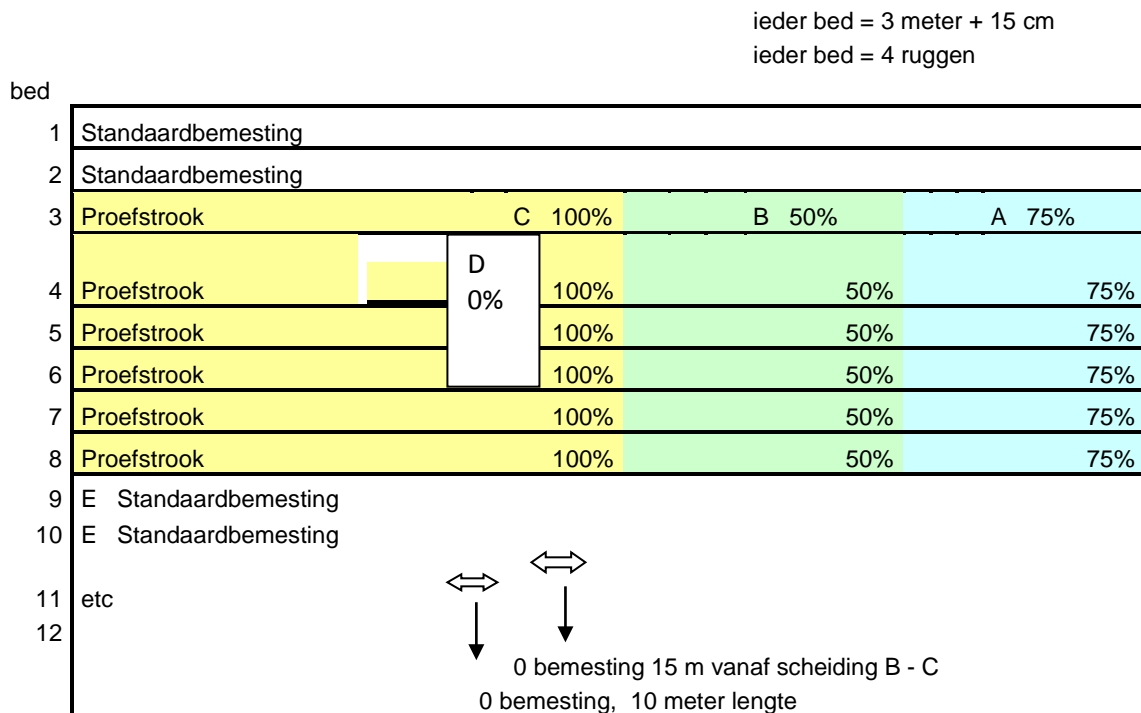
Als extra werk is de eind oogst van de teelt van rode kool gemeten. Hierin was ook, in enkelvoud, maaimeststof (gehakselde luzerne) toegepast. De resultaten van deze meting worden beschreven in hoofdstuk 4.



## 2 Perceel 3: Sjalot

### 2.1 Proefopzet

In de lengte van het veld zijn achter elkaar drie blokken aangelegd met verschillende niveau's maaimeststoffen. Dit wordt vergeleken met de standaardbemesting zoals de teler dat doet. In de blokken met maaimeststof werd respectievelijk 100%, 75% en 50% van de totale hoeveelheid stikstof van de standaardbemesting gegeven. De veldindeling staat in Figuur 1



*Figuur 1. Proefveldindeling van perceel 3. Iedere bed is 3,15 m en bestond uit vier ruggen. Op het witte vlak 'D' vond abusievelijk geen bemesting met maaimeststof plaats. Deze strook was tien meter breed en begon op 15 m van de scheiding tussen behandeling B en C.*

### 2.2 Proefuitvoering

#### 2.2.1 Bemesting

De bemesting met maaimeststof vond plaats op 19 maart 2011. De standaardbemesting met dunne rundveemest vond plaats op 26 april 2011.

- A = 75% = 2,25 ton ha<sup>-1</sup> = 51 kg N ha<sup>-1</sup>
- B = 50% = 1,5 ton ha<sup>-1</sup> = 34 kg N ha<sup>-1</sup>
- C = 100% = 3 ton ha<sup>-1</sup> = 67 kg N ha<sup>-1</sup>
- D = geen maaimeststof = 0 kg N ha<sup>-1</sup>
- E = standaard = 40,5 kg N ha<sup>-1</sup> (zie hieronder)

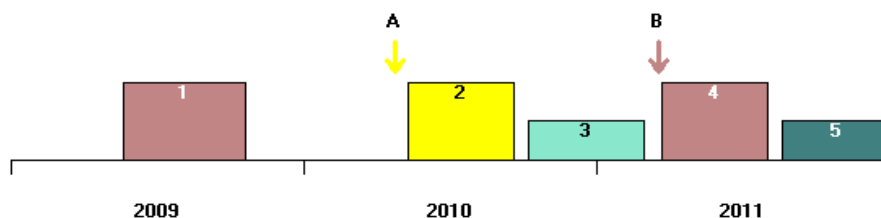
Tabel 1. Samenstelling van de maaimeststof grasklaver. Er zijn drie submonsters geanalyseerd (1, 2, 3). In de tabel staande waarden in droge stof (eerste drie kolommen) in vers product (tweede drie kolommen) en de gemiddelde waarden van de drie analyses (laatste twee kolommen). DS=drogestofinhoud, N=stikstofinhoud, Norg=massa organische stikstof, N amm=massa ammoniumstikstof, N Nitr=massa nitraatstikstof, Nureum=massa ureumstikstof, OS=massa organische stof.

	In droog product (kg ton <sup>-1</sup> )			In vers product (kg ton <sup>-1</sup> )			Vers	Droog
	1	2	3	1	2	3	Gemiddeld	Gemiddeld
DS	62,9	60,7	52				58,5	
N	35,6	38,5	41,2	22,4	23,4	21,4	22,4	38,3
Norg	34,7	37,8	40,4	21,8	22,9	21,0	21,9	37,5
N amm	0,8	0,7	0,8	0,5	0,4	0,4	0,4	0,8
N Nitr	<0,1	<0,1	<0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N ureum	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	16,2	16,4	17,9	10,2	10,0	9,3	9,8	16,8
K <sub>2</sub> O	47,7	47,5	56	30,0	28,8	29,1	29,3	50,1
MgO	3,9	4,3	5,3	2,5	2,6	2,8	2,6	4,5
CaO	17,6	19,8	28,3	11,1	12,0	14,7	12,6	21,5
Na <sub>2</sub> O	3,2	3,4	3,9	2,0	2,1	2,0	2,0	3,5
OS	89	89,9	89,5	56,0	54,6	46,5	52,4	89,5
AS	11	10,1	10,5	6,9	6,1	5,5	6,2	10,5

In Tabel 1 staat de gebruikte maaimeststof. De samenstelling van de rundveedrijfmest was per ton vers product: 2,67 kg N, 0,94 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 5,2 kg K<sub>2</sub>O. De hoeveelheid rundveedrijfmest die werd toegediend, was uitgerekend op basis van eerder geanalyseerde partijen. De analyseresultaten kwamen binnen na toediening van de mest, en het N-gehalte bleek dit jaar erg laag. Daardoor is er te weinig N toegediend met de drijfmest: 40 kg/ha (15 ton) in plaats van 67 kg ha<sup>-1</sup> die bedoeld was.

## 2.2.2 Vruchtwisseling

In 2009 werd witlof geteeld, in 2010 suikermaïs, gevolgd door de groenbemester rogge. De sjalotten zijn gezaaid op 24 maart 2011 en geoogst op 2 augustus 2011. Gedurende de teelt zijn er geen bijzonderheden geweest. De groenbemester triticale/wintererwt is gezaaid op 20 augustus 2011. Op 14 november is geoogst voor analyse; de groenbemester zelf is pas in 2012 ingewerkt. De analyseresultaten zijn: drogestofgehalte 15,22 % ; as (op basis van droge stof) 16,66%, N (op basis van droge stof) 4%. De opbrengst was 2806 kg ds ha<sup>-1</sup> (bovengronds), hierin zat dus 112 kg N ha<sup>-1</sup>. Een schematische weergave van de vruchtwisseling en de bemesting staat in Figuur 2.



Figuur 2 Schematisch overzicht van vruchtwisseling en bemesting bij behandeling C, 100%. 1 = witlof; 2 = suikermaïs; 3 = rogge groenbemester; 4 = sjalot; 5 = triticale/erwt groenbemester, A = kippenmest; B = grasklaver maaimeststof.

Omdat de proef in enkelvoud is uitgevoerd konden geen statistische tests gebruikt worden om verschillen tussen behandelingen vast te stellen. Wel zijn per behandeling bij de oogst vier subvakken van 3,15 m<sup>2</sup> apart geoogst om de spreiding binnen de behandelingen in beeld te krijgen.

### *2.2.3 Bodemnitraatbepaling*

Op 11 data is de grond bemonsterd voor een nitraatbepaling (Tabel 11, Bijlage I). Daartoe is per plot 30 keer met een bodemguts gestoken op een diepte van 0-30 cm., en op de laatste meetdatum ook van 30-60 cm. De metingen zijn uitgevoerd met gedroogde en gemalen grond met behulp van de RQflex. In behandeling D zijn op enkele data geen metingen uitgevoerd omdat de (kleine) plot zonder mest niet goed te herkennen was in het veld.

### *2.2.4 NDICEA-berekeningen*

Van de vijf behandelingen zijn NDICEA bestanden gemaakt. Daarvoor zijn de volgende gegevens gebruikt voor de maaimeststof grasklaver: 585 kg ds/ton; 524 org stof; 22,4 kg N totaal; 0,4 N-min; 9,8 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 29,3 K<sub>2</sub>O; 1,0 IAge. Overige inputgegevens die afwijken van de default waarden staan vermeld in de resultatensectie.

De NDICEA-bestanden zijn beoordeeld op basis van de root mean squared error (RMSE, Wallach and Goffinet, 1989) en op basis van stikstofbeschikbaarheid voor het gewas. De RMSE is een maat voor de afwijking tussen de gemeten waarde bodemstikstof en de gemodelleerde waarde. Een RMSE van 20 kg N ha<sup>-1</sup> of lager wordt als acceptabel beschouwd (Van der Burgt et al., 2006). De berekende stikstofbeschikbaarheid moet in het model groot genoeg zijn om de werkelijke, gemeten stikstofopname van het gewas te kunnen dekken. Indien de cumulatieve beschikbaarheid gedurende korte of langere tijd lager is dan de cumulatieve stikstofopname door het gewas is er sprake van een modelmatige ongerijmdheid.

## *2.3 Resultaten en interpretatie*

### *2.3.1 Opbrengst, drogestofgehalte en stikstofgehalte*

De ANOVA uitgevoerd op basis van de submonsters (geen echte herhalingen, zie methode) indiceert dat er geen verschil in opbrengst is tussen de behandelingen (Tabel 2). De opbrengst bij de standaardbemesting (39508 kg ha<sup>-1</sup>) lijkt hoger te zijn geweest dan bij de toediening van maaimeststoffen (35071-35976 kg ha<sup>-1</sup>). De niet-bemeste variant zat daar tussen in (38008 kg ha<sup>-1</sup>). De waargenomen verschillen in drogestofgehalte waren erg klein (< 5%). De sjalot bemest met rundveedrijfmest leek relatief meer residu te hebben (19%) dan de sjalot bemest met maaimeststoffen (12-15%, Tabel 3).

Tabel 2. Opbrengst van de sjalot direct na rooien (zonder veldperiode waarin de sjalot droger wordt). Deze gegevens zijn in de NDICEA-modellering gebruikt.

		Opbrengst (kg ha <sup>-1</sup> )	Drogestof- gehalte (%)	Distributie drogestofgehalte (-)			N-inhoud (kg N/kg droog product)	
				Product	Residu	Wortel	Product	Residu
75	A	35095	14,4	0,76	0,14	0,1	0,9	2,21
50	B	35976	14,2	0,77	0,13	0,1	1,24	1,97
100	C	35071	13,8	0,75	0,15	0,1	0,94	2,11
0	D	38008	14,3	0,78	0,12	0,1	0,83	1,98
Standaard	E	39508	14,0	0,71	0,19	0,1	0,9	2,01

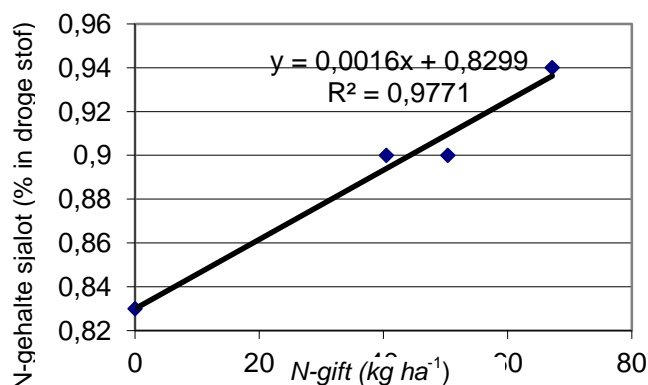
De verschillen tussen behandelingen in het drogestofgehalte van de bol bedroegen minder dan 5%. Het stikstofgehalte in droog product was het hoogst (0,94 %) bij behandeling C en het laagst (0,83%) bij de onbemeste variant (Tabel 3).

Het drogestofgehalte van het loof bemest met rundveedrijfmest leek hoger (18,6%) dan het drogestofgehalte van de sjalot bemest met maaimeststof (12,4-14,5%), en van de onbemeste sjalot (13,1%). Het stikstofgehalte van het loof was 10% hoger bij behandeling A dan bij de onbemeste variant. De overige behandelingen zaten hier tussen in.

Tabel 3. Analyse bol en loof.

Bol	Behandeling	Drogestofgehalte (%)	N in droog product (%)
3A	75	14,4	0,9
3B	50	14,2	1,24 <sup>a</sup>
3C	100	13,8	0,94
3D	0	14,3	0,83
3E	standaard	14	0,9
Loof			
3A	75	12,4 <sup>a</sup>	2,21
3B	50	13	1,97
3C	100	14,5	2,11
3D	0	13,1	1,98
3E	standaard	18,6	2,01

<sup>a</sup> Deze waarde is afwijkend en mogelijk het gevolg van een meetfout. In NDICEA is 0,88 gebruikt op basis van een lineaire regressie tussen de overige meetpunten (Figuur 3).



Figuur 3. Relatie tussen N-gift en N-gehalte van de sjalot voor behandeling A, C, D en E..

Bij toenemende N-gift van maaimeststoffen leek de hoeveelheid bladrest toe te nemen (Tabel 2). De behandeling met dierlijke mest viel opmerkelijk genoeg buiten dat verband: er was slechts 40 kg N



ha<sup>-1</sup> gegeven maar er werd veel blad gevormd. Dit zou kunnen komen doordat de piek in N-mineraal direct na toediening van de mest een sterk effect heeft op de bladgroei, en dat dat effect blijft tot de oogst.

*Tabel 4. Opbrengst bladresten sjalot.*

Behandeling	Drogestof bladrest (kg ha <sup>-1</sup> )
75 A	936
50 B	842
100 C	953
0 D	797
Standaard E	1433

### 2.3.2 NDICEA-berekeningen

De RMSE was bij alle behandelingen lager dan 20, dus NDICEA lijkt een betrouwbare weergave van stikstofdynamiek te geven (Tabel 5). De bodemnitraatbepalingen zijn te vinden in de bijlage.

*Tabel 5. Beoordeling NDICEA modellering. n = aantal metingen, waarvan één in de ondergrond.*

Behandeling	n	RMSE
A	12	11,36
B	12	10,82
C	12	14,52
D	8 <sup>a</sup>	8,8
E	12	14,89

<sup>a</sup> Vanwege onduidelijke locatie van D gedurende het seizoen ontbreken daar enkele metingen.

De totale stikstofopname van bol en loof was het hoogst bij de standaardbemesting (80 kg N ha<sup>-1</sup>) en lag voor de overige behandelingen rond de 64 kg N ha<sup>-1</sup>.

De hoeveelheid beschikbare stikstof (berekend als de som van gemeten N-min (0-30cm.) bij zaai en de gemineraliseerde N uit bodem en mest tussen zaai en oogst zoals berekend door NDICEA (Tabel 6) is het laagst voor het onbehandelde blok (D, 146 kg ha<sup>-1</sup>), vergelijkbaar voor behandeling B en standaard (165 resp. 169 kg ha<sup>-1</sup>) en het hoogst voor behandeling A en C (174 resp. 181 kg ha<sup>-1</sup>). Deze verschillen lijken te correleren met de verschillen in stikstofinhoud van het loof. Opvallend genoeg komen deze verschillen niet overeen met de waargenomen verschillen in opbrengst of drogestofgehalte van bol en loof.

*Tabel 6 N-beschikbaarheid (kg ha<sup>-1</sup>), berekend als de som van gemeten N-min (0-30 cm.) bij zaai en gemineraliseerde N uit bodem en mest tussen zaai en oogst zoals berekend door NDICEA.*

Behandeling	Gemeten bij zaai	Gemineraliseerd	Totaal
A	75	42	132
B	50	42	123
C	100	43	138
D	0	41	105
E	standaard	41	129

In alle gevallen was er volgens de modelberekeningen ruim voldoende stikstof aanwezig

## 2.4 Conclusies

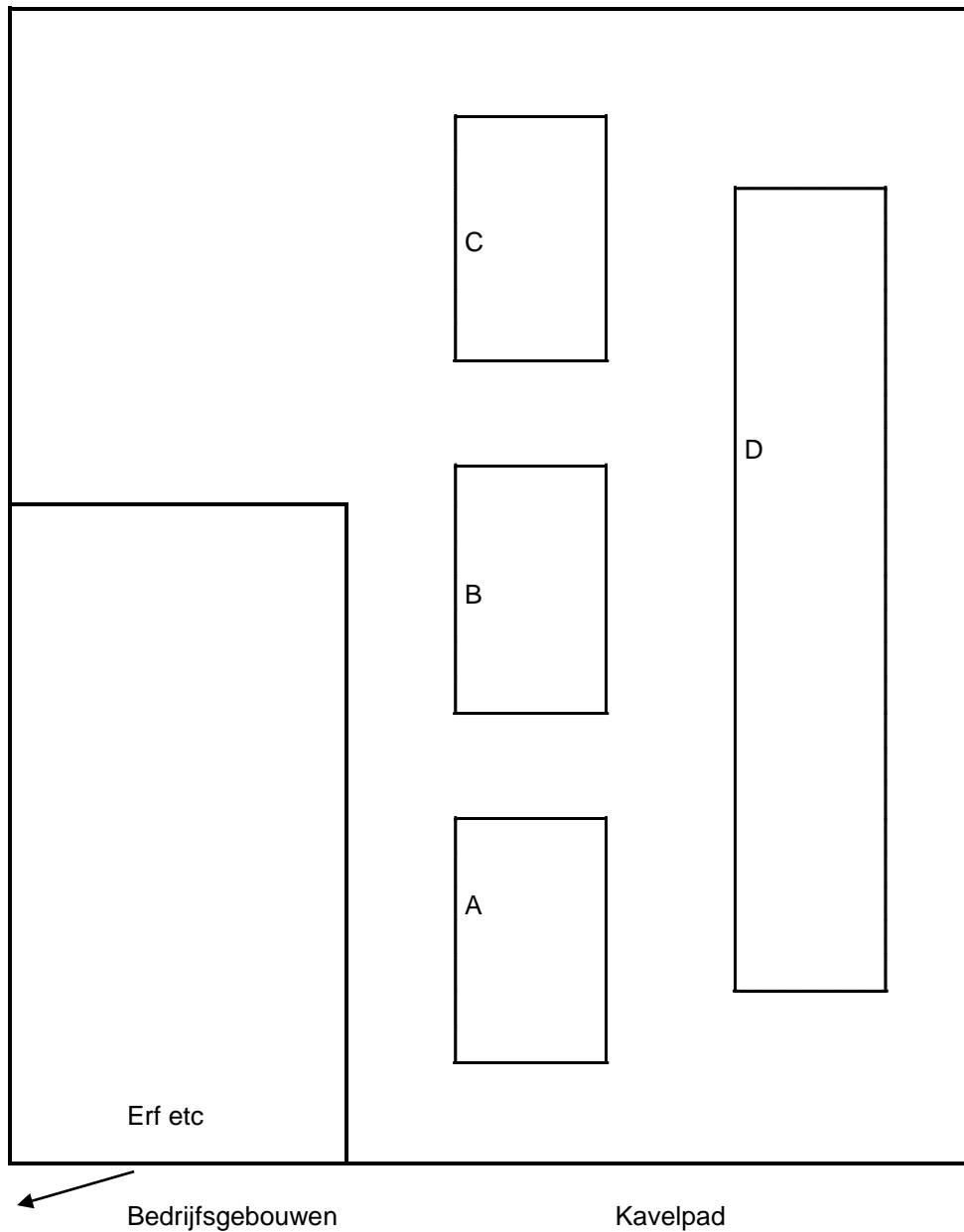
- De maaimeststof heeft zich op de zelfde manier gedragen als wat op basis van voorgaand onderzoek verwacht werd. NDICEA geeft zeer goede correlatie tussen gemeten en berekende niveau N-mineraal in de grond. De stikstoflevering is dus betrouwbaar en voorspelbaar.
- In alle behandelingen was ruim voldoende stikstof aanwezig
- Bij vergelijkbare of hogere stikstofbeschikbaarheid was de opbrengst van de maaimeststof rond de 10% lager dan bij de standaardbemesting.
- Het stikstofgehalte in het product in de behandelingen met 75-100% maaimeststof leek ongeveer 10% hoger dan bij de standaardbemesting.
- De hoeveelheid bladmassa lag bij de standaard bemesting aanzienlijk hoger dan bij de de maaimeststoffen.

## 3 Perceel 1B: pompoen

### 3.1 Proefopzet

Op perceel 1B is uiteindelijk (nog) geen experiment met maaimeststoffen aangelegd. Wel zijn per (te verwachten) bemestingsvariant bodemonsters genomen (

Figuur 4). Ook is de pompoenooft van twee proefvlakken A en B gemeten en geanalyseerd. Er is een NDICEA bestand gemaakt.

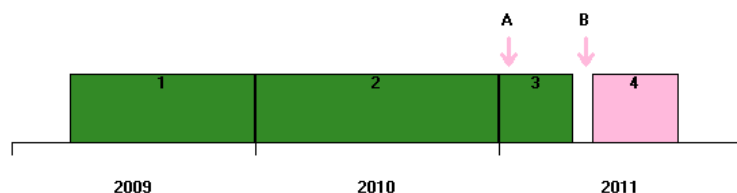


Figuur 4. Indeling van het proefveld 1B.

## 3.2 Proefuitvoering

### 3.2.1 Bemesting en vruchtwisseling

De voorvrucht luzerne is op 20 april ingewerkt; op dat moment stond er maar een kleine hoeveelheid groene massa. Op 15 januari en op 10 mei is 20 ton compost toegediend. De pompoenen zijn gezaaid op 21 mei en geoogst op 26 september. Tussendoor is niet bemest. Een schematische weergave van de vruchtwisseling en de bemesting staat in Figuur 5 .



Figuur 5. Schematische weergave van gewassen en bemesting. 1,2,3 = luzerne; 4 = groene pompoen. A, B= compostgift 20 ton ha.

### 3.2.2 Bodemnitraatbepaling

Tabel 12 Tabel 12. Metingen bodemstikstof (kg NO<sub>3</sub>-N/ha) in perceel 1B (pompoen).(bijlage 1) bevat de bodemstikstofmetingen. De gemiddelde waarden zijn voor NDICEA gebruikt, zowel van de drie (vier) bodemmetingen als van de twee gewasmetingen.

### 3.2.3 NDICEA-berekening

De opbrengst van luzerne is voor de modellering in NDICEA op 500 kg gesteld (niet gemeten). De compost is niet geanalyseerd; voor de NDICEA berekeningen is uitgegaan van de waarde van voorgaand jaar: per ton vers product 7,3 kg N; 1,7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 3,7 kg K<sub>2</sub>O.

Er is geen vergelijkende proef gedaan. Het gaat er dus alleen om of de stikstofdynamiek voldoende beschreven wordt met NDICEA. Om dit te beoordelen is de RMSE uitgerekend (Wallach and Goffinet, 1989; Van der Burgt et al., 2006).

## 3.3 Resultaten en interpretatie

### 3.3.1 Opbrengst, drogestofgehalte en stikstofgehalte

De opbrengst, het drogestofgehalte en de stikstofinhoud van loof en vrucht staan in Tabel 7.

Tabel 7. Opbrengst groene pompoen

Loof	A	B	gemiddeld	eenheid
Opbrengst vers	22,83	26,01	24,42	ton ha <sup>-1</sup>
Drogestofgehalte	9,19	9,03	9,11	%
Opbrengst droog	2,10	2,35	2,22	ton ha <sup>-1</sup>
N-gehalte	2,18	1,62	1,90	% in ds
N-opname	45,74	38,05	41,89	kg ha <sup>-1</sup>
<b>Vrucht</b>				
Opbrengst vers	24,86	30,76	27,80	ton ha <sup>-1</sup>
Drogestofgehalte	20,90	20,86	20,88	%
Opbrengst droog	5,20	6,42	5,80	ton ha <sup>-1</sup>
N-gehalte	1,33	1,47	1,40	% in ds
N-opname	69,10	94,33	81,71	kg ha <sup>-1</sup>

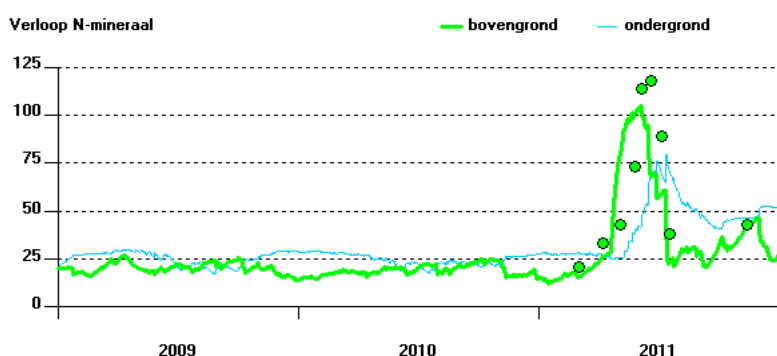
De stikstofinhoud van de pompoen en van het loof ligt lager dan wat Haagsma (2011) eerder gemeten heeft in een proef bij Lantinga (Tabel 8). Het droge stof gehalte van de pompoen ligt in de zelfde grootteorde. Bij Van Strien is ten opzichte van het loof meer pompoen gegroeid.

Tabel 8. Vergelijking van analysedata van Van Strien met eerdere metingen bij Lantinga. Worteldata zijn niet gemeten: forfaitaire waarden NDICEA.

		Product	Blad	Wortel
Strien 2011	Ds distributie	0,65	0,25	0,1
Lanting 2009	Ds distributie	0,59	0,31	0,1
Lanting 2010	Ds distributie	0,55	0,35	0,1
Strien 2011	N-inhoud	1,40	1,90	1,00
Lanting 2009	N-inhoud	2,05	1,92	1,00
Lanting 2010	N-inhoud	1,75	2,37	1,00
Strien 2011	Ds%	20,9		
Lanting 2009	Ds%	15,0		
Lanting 2010	Ds %	21,6		

### 3.3.2 NDICEA-berekeningen

Bij  $n = 9$  bedraagt de RMSE  $25,6 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Dat is hoger dan wenselijk ( $20 \text{ kg N ha}^{-1}$ ; Van der Burgt et al 2006). Er is daarom verder gekeken naar de verschillen tussen de berekende en de gemeten waarden. Het berekend niveau N-mineraal ligt over de meetpunten gemiddeld  $6 \text{ kg}$  lager dan het gemeten niveau. De berekening geeft 7 keer een onderschatting van meting en 2 keer een overschatting (Figuur 6). Hoewel de RMSE te hoog is volgt de berekening van het niveau minerale stikstof redelijk goed de metingen. Een kleine verschuiving van de N-mineraal piek naar rechts geeft direct een veel betere match met de metingen. Het voorjaar was droog in de tijd van het scheuren van de luzerne en het zaaien van de pompoen. Dat kan een vertraging hebben opgeleverd van de mineralisatie, die door NDICEA niet correct beschreven wordt. Als dat zo is betekent dit dat de relatie tussen bodemvocht en mineralisatie niet goed in het model verweven zit.



Figuur 6. Verloop van minerale stikstof in bovengrond (0-30 cm) en ondergrond (30-60 cm) in  $\text{kg N ha}^{-1}$ . De groene bolletjes zijn de gemeten waarden 0-30 cm.

## 3.4 Conclusies

- De pompoen heeft voldoende kunnen groeien op de bodemvruchtbaarheid van twee jaar luzerne voorvrucht en een gift van  $40 \text{ ton ha}^{-1}$  compost.
- De stikstofinhoud van de pompoen is wat lager dan die in voorgaand onderzoek.
- De stikstofdynamiek wordt redelijk beschreven met NDICEA. Droogte zou een verklaring kunnen geven voor de te hoge RMSE.



## 4 Perceel 1A: Pompoen

### 4.1 Proefopzet

In de lengte van het veld zijn achter elkaar drie blokken aangelegd met verschillende niveaus maaimeststoffen (Figuur 7). Dit wordt vergeleken met de standaardbemesting die de teler geeft. In de blokken met maaimeststof werd respectievelijk 100%, 75% en 50% van de totale hoeveelheid stikstof van de standaardbemesting gegeven.

Oud Emmeloorder weg			
<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 50px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">                     standaard                 </div>		Erf	
Aantal bedden standaard			
Standaardbemesting			
Standaardbemesting			
	C	B	A
Proefstrook	100%	50%	75%
Proefstrook	100%	50%	75%
Proefstrook	100%	50%	75%
Proefstrook	100%	50%	75%
Proefstrook	100%	50%	75%
Proefstrook	100%	50%	75%
D Standaardbemesting		Twee bedden standaard	
D Standaardbemesting			
Perceel	2		

Figuur 7. Proefveldindeling perceel 1A

### 4.2 Proefuitvoering

De bemesting vond plaats op 4 mei 2011.

- A = 75% = 10,5 ton ha<sup>-1</sup> verse grasklaver = 63 kg N ha<sup>-1</sup>
- B = 50% = 7 ton ha<sup>-1</sup> verse grasklaver = 42 kg N ha<sup>-1</sup>
- C = 100% = 14 ton ha<sup>-1</sup> verse grasklaver = 84 kg N ha<sup>-1</sup>
- D = standaard = dunne rundveemest = 81 kg N ha<sup>-1</sup> (zie hieronder)

Tabel 9. Analyse van grasklaver, kort voorgedroogd

			In vers product	In gedroogd product
Droge stof		%	32,95	
Totaal stikstof	N	g kg <sup>-1</sup>	6	18,4
Organisch stikstof	N	g kg <sup>-1</sup>	5,95	18,15
Ammoniumstikstof	NH <sub>4</sub> -N	g kg <sup>-1</sup>	< 0,2	< 0,6
Nitraatstikstof	NO <sub>3</sub> -N	g kg <sup>-1</sup>	0	0
Ureumstikstof	NH <sub>2</sub> -N	g kg <sup>-1</sup>	0	0
Fosfor	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	g kg <sup>-1</sup>	2,85	8,65
Kalium	K <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	6,8	20,75
Magnesium	MgO	g kg <sup>-1</sup>	0,41	1,25
Calcium	CaO	g kg <sup>-1</sup>	2,85	8,7
Natrium	Na <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	0,25	0,65
Organische stof	OS	%	0	91,15
Asrest	Anorganische stof	%	0	8,85

De analyse van de gebruikte maaimeststof staat in Tabel 9

De samenstelling van de rundveedrijfmest was per ton vers product: 2,67 kg N, 0,94 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 5,2 kg K<sub>2</sub>O. In totaal is met 30 ton mest 81 kg N per hectare toegediend, wat dicht in de buurt ligt van de 84 bij maaimeststof C, 100%.

In het begin van de teelt bleken er grote verschillen te zijn in opkomst en groei binnen en tussen de proefblokken. Er leek visueel een correlatie te zijn met de beschutting die het erf biedt: gaande van A naar C leek de uitval toe te nemen en in het 'standaard' deel was er toenemende uitval naarmate de afstand tot de Oud Emmeloorder weg (met bomen) toenam. De situatie was dusdanig dat besloten is dat het niet zinvol was dit proefveld verder te vervolgen. De bodemmeetreeks is afgebroken en er is geen opbrengstbepaling uitgevoerd. Er zijn wel NDICEA bestanden gemaakt op basis van de opbrengststopgave van de teler, maar deze opbrengst is niet gedifferentieerd naar proefblok/bemesting. Met deze bestanden kan wel in 2012 verder worden gewerkt.

### 4.3 Resultaten

In Tabel 13 (bijlage 1) staan de bodemmetingen weergegeven. De proef is afgebroken en er zijn verder geen resultaten.



# 5 Kool

## 5.1 Proefopzet

Dit onderdeel was niet opgenomen in het werkplan voor 2011 en op eigen initiatief van de bedrijfsleider aangelegd. Het gaat om een eenvoudige vergelijking van maaimeststof luzerne met de toediening van vinasse. Er is geen sprake van herhalingen in de behandelingen en er is slechts één meetmoment, namelijk bij de oogst. Vanwege het afbreken van het experiment op perceel 1A is besloten alsnog in de kool te gaan meten.

## 5.2 Proefuitvoering

### 5.2.1 Bemesting en vruchtwisseling

De proef vond plaats op een perceel van ongeveer 150 \* 40 m, waar op 20 mei 2011 rode kool geplant is. Kool werd geplant in rijen met een onderlinge afstand van 75 cm. De afstand tussen de kool in de rij was 58 cm. Op 16 juni werden op de helft van het perceel maaimeststoffen gebracht, in de vorm van gehakselde luzerne. De opbrengst van 1 hectare luzerne (ongeveer 2,5 ton drooggewicht) werd op 1 hectare kool gebracht. In totaal werd daarmee ongeveer 60 kg N ha<sup>-1</sup> toegediend. De andere helft werd op 27 juni bemest met 120 kg N ha<sup>-1</sup> vinasse. Voorafgaand aan de teelt, van april 2009 tot september 2011, stond luzerne op het perceel.

### 5.2.2 Oogst

Op 14 november 2011 vond de oogst voor het experiment plaats. Op vijf plekken in het perceel zijn vier kolen geoogst, verdeeld in gewasrest en product, en gewogen. De schutbladeren direct om de kool zijn apart gewogen. Deze schutbladeren worden verwijderd als de kool direct verkocht wordt, terwijl zij om de kool blijft zitten als de kool bewaard wordt vóór de verkoop. In dit verslag zijn deze schutbladeren als gewasrest beschouwd.

Voor beide behandelingen zijn twee submonsters genomen uit de twintig geoogste kolen voor verdere analyse. Een submonster van het product is genomen door uit acht kolen een part te snijden. Een submonster van het gewasrest is genomen door van ongeveer acht kolen een aantal schutbladeren en een stuk stronk te nemen. Voor de samenstelling van dit submonster is een inschatting gemaakt van de massaverdeling tussen stronk en blad, en het submonster is zo samengesteld dat het (bij benadering) dezelfde massaverdeling had.

### 5.2.3 Bodemnitraatbepaling en gewasanalyse

Bodemmonsters voor de bepaling van mineraal stikstof zijn genomen door per behandeling 30 keer te steken met een bodemguts op willekeurige plekken in het perceel. Deze meting is gedaan voor 0-30 cm en voor 30-60 cm. Nitraat in de bodemmonsters is bepaald in gemalen gedroogde grond met behulp van een RQFlex.

Drogestofgehalte, asrest en stikstofgehalte van zowel kool als gewasrest zijn bepaald door laboratorium Altic in Dronten.

## 5.2.4 Berekeningen

Het drogestofgewicht en de stikstofopname van het gewas zijn als volgt berekend:

$$\begin{aligned}\text{Drooggewichtkool (kg plant}^{-1}\text{)} &= \text{drogestofpercentagekool (\%)/100} * \text{drogestofgewichtkool (kg/plant)} \\ \text{Drooggewichtgewasrest (kg plant}^{-1}\text{)} &= \text{drogestofpercentagegewasrest (\%)/100} * \text{drogestofgewichtgewasrest (kg plant}^{-1}\text{)} \\ \text{Drooggewichttotaal (kg plant}^{-1}\text{)} &= \text{drooggewichtkool (kg plant}^{-1}\text{)} + \text{drooggewichtgewasrest (kg plant}^{-1}\text{)} \\ \\ \text{Stikstofopnamekool (g plant}^{-1}\text{)} &= \text{stikstofgehaltekool (\%)/100} * \text{drooggewichtkool (kg plant}^{-1}\text{)} * 1000 \text{ (g kg}^{-1}\text{)} \\ \text{Stikstofopnamegewasrest (g plant}^{-1}\text{)} &= \text{stikstofgehaltegewasrest (\%)/100} * \text{drooggewichtgewasrest (kg plant}^{-1}\text{)} * 1000 \text{ (g kg}^{-1}\text{)} \\ \text{Stikstofopnametotaal (g plant}^{-1}\text{)} &= \text{stikstofopnamekool (g plant}^{-1}\text{)} + \text{stikstofopnamegewasrest (g plant}^{-1}\text{)}\end{aligned}$$

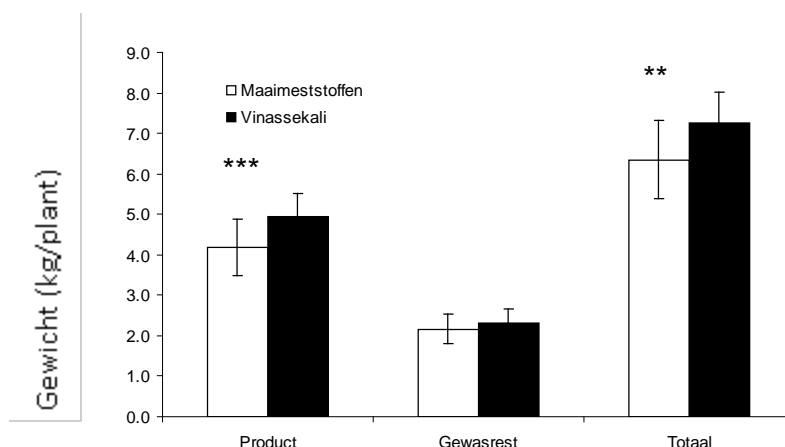
Statistische analyses zijn uitgevoerd met GenStat 13.0. Met Shapiro-Wilk-test voor normaliteit is getest of de data normaal verdeeld zijn. Bartlett's test voor homogeniteit van varianties is gebruikt om te testen of de varianties van de gegevens van beide groepen gelijk zijn. Met een tweesteekproeven-t-test is getest of er verschil tussen de behandeling is,  $\alpha \leq 0.05$ .

NDICEA-bestanden zijn gemaakt voor beide behandelingen. Omdat er slechts op één moment een bodemnitraatbepaling is gedaan kon geen RMSE berekend worden.

## 5.3 Resultaten & discussie

### 5.3.1 Opbrengst, drogestofgehalte en stikstofgehalte

De originele meetgegevens staan in Tabel 14 en Tabel 15 (Bijlage 2)<sup>3</sup>. Alle data bleken normaal verdeeld en de varianties in beide groepen data bleken niet te verschillen. De opbrengst van de kool (verkoopbaar product) bemest met maaimeststoffen was gemiddeld  $4.2 \text{ kg plant}^{-1}$ , 85% van de opbrengst van de kool bemest met vinasse (gemiddeld  $5.0 \text{ kg plant}^{-1}$ ). Het totaalgewicht van de planten bemest met maaimeststof ( $6.4 \text{ kg plant}^{-1}$ ) was 84% van dat van de planten bemest met vinasse ( $7.3 \text{ kg plant}^{-1}$ ). In het gewicht van de gewasrest zat geen verschil (Figuur 8). De opbrengst per hectare, uitgaande van een verlies van 3%, was 93.4 ton voor de behandeling met maaimeststoffen en 110 ton voor de behandeling met vinasse.



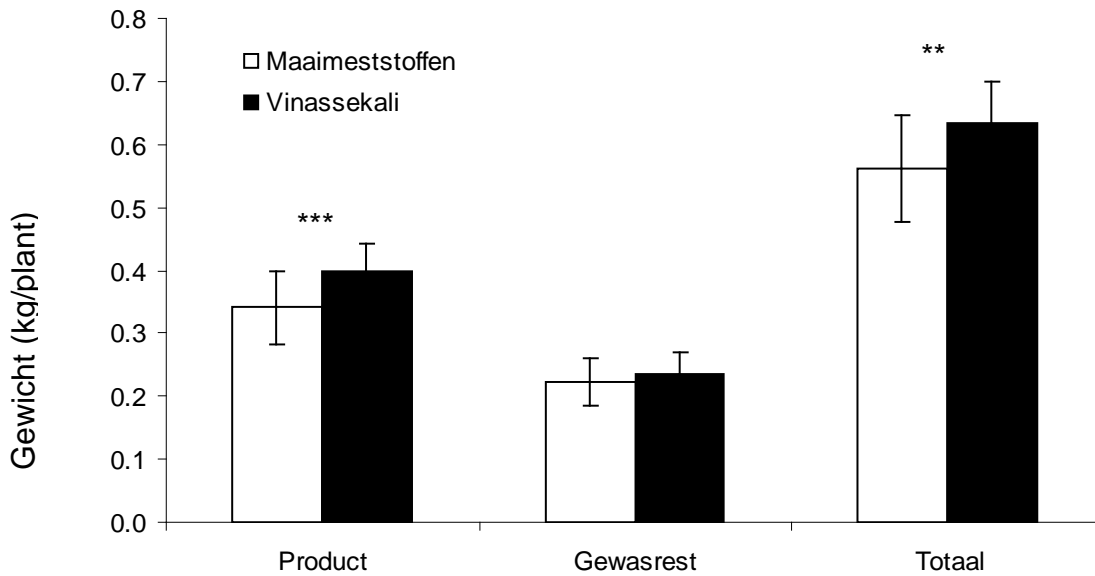
Figuur 8. Versgewicht van product, gewasrest en product en gewasrest van rode kool bemest met maaimeststoffen of vinasse. Foutbalken geven de standaarddeviatie weer. Asterisks geven het significantieniveau aan: \*  $p \leq 0.05$ , \*\*  $p \leq 0.01$ , \*\*\*  $p \leq 0.001$

Er lijken kleine verschillen te zitten in kwaliteit van product en gewasrest – maar omdat de metingen gebaseerd zijn op één submonster (samengesteld uit verschillende planten) is niet te zeggen of de verschillen significant zijn. Drogestofgehalte, asrest en stikstofgehalte en asrest van product en gewasrest staan in Tabel 10. Drogestofgehalte van het product was bij beide behandelingen gelijk (8%), terwijl het drogestofgehalte van de gewasrest ongeveer 10% lager was in de bemesting met vinasse dan in de bemesting met maaimeststoffen. Asrest van het product en de gewasrest waren respectievelijk 5 en 11 % hoger bij de bemesting met vinasse dan bij de bemesting met maaimeststoffen. Totaal stikstof van product en gewasrest was ongeveer 15% hoger bij de kool van het veld bemest met vinasse dan bij die van het veld bemest met maaimeststoffen.

Tabel 10. Drogestofgehalte, asrest en stikstofgehalte van product en gewasrest.

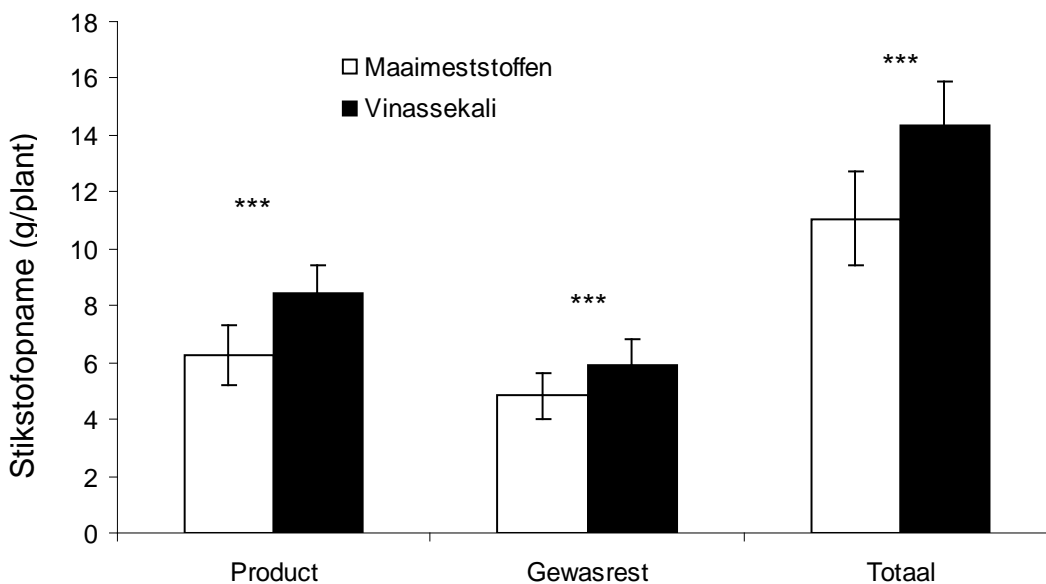
		Drogestofgehalte	Asrest	Totaal N
		%	%	%
Product	Maaimeststoffen	8.13	8.47	1.83
Product	Vinasse	8.05	8.93	2.12
Gewasrest	Maaimeststoffen	11.26	14.32	2.17
Gewasrest	Vinasse	10.15	15.95	2.53

Het drogestofgehalte van product en gewasrest was iets hoger van de kolen bemest met vinasse dan van de kolen bemest met maaimeststoffen. Omdat de verschillen in drogestofgehalte klein zijn, zijn de verschillen in drooggewicht tussen de behandelingen vergelijkbaar met de verschillen in versgewicht (Figuur 9).



Figuur 9. Drooggewicht van product, gewasrest en product en gewasrest van rode kool bemest met maaimeststoffen of vinasse. Foutbalken geven de standaarddeviatie weer. Asterisks geven het significantieniveau aan: \*  $p \leq 0.05$ , \*\*  $p \leq 0.01$ , \*\*\*  $p \leq 0.001$ .

Het hogere stikstofgehalte en het hogere versgewicht in de kool van het land bemest met vinasse in vergelijking met de kool van het land bemest met maaimeststoffen leidden tot een hogere stikstofinhoud van kool bemest met vinasse. De kool bemest met maaimeststoffen had in totaal 13% minder stikstof opgenomen dan de kool bemest met maaimeststoffen (gemiddeld 11 respectievelijk 14 kg plant<sup>-1</sup>, Figuur 10).

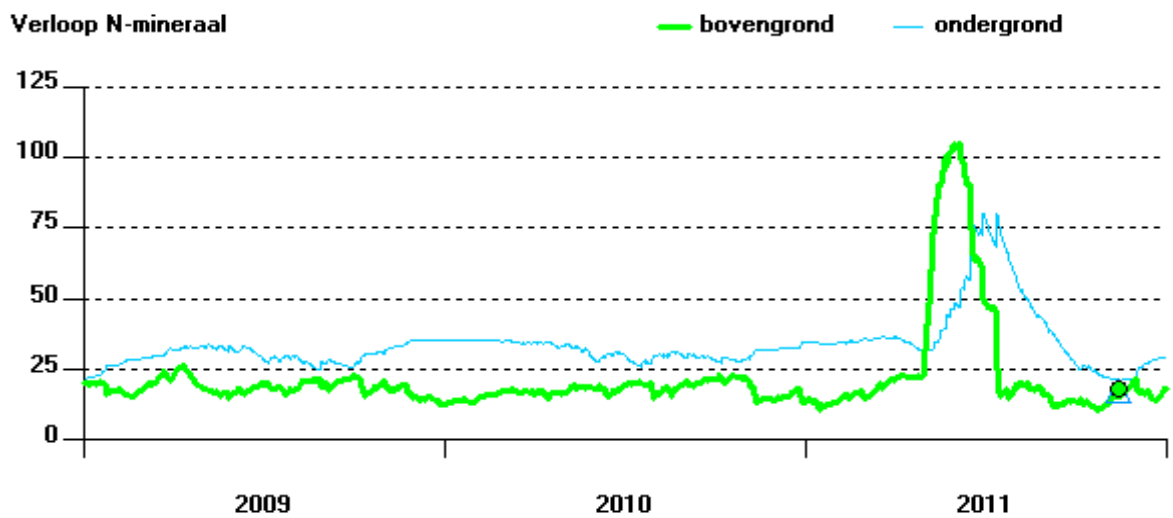


Figuur 10. Stikstofopname van product, gewasrest en product en gewasrest van rode kool bemest met maaimeststoffen of vinasse. Foutbalken geven de standaarddeviatie weer. Asterisks geven het significantieniveau aan: \*  $p \leq 0.05$ , \*\*  $p \leq 0.01$ , \*\*\*  $p \leq 0.001$ .

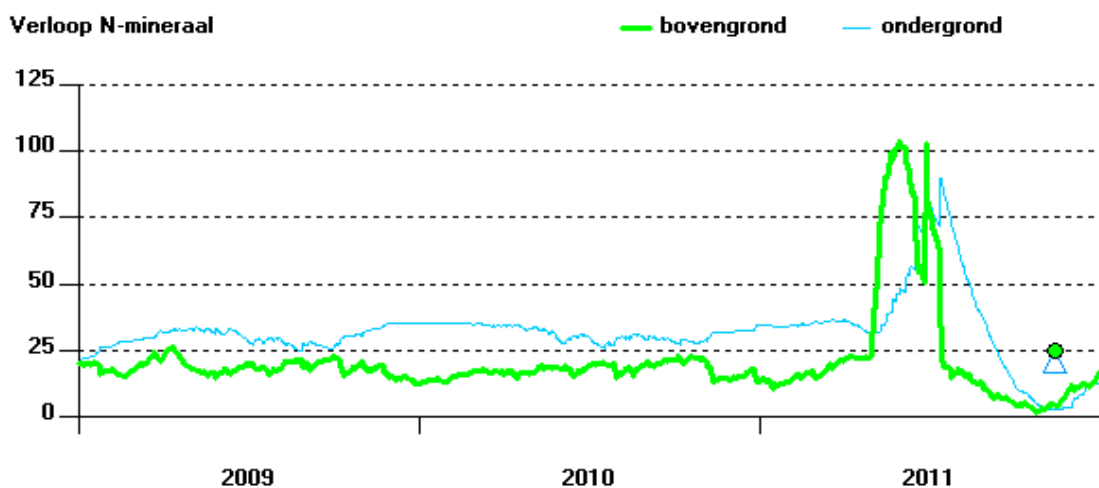
### 5.3.2 NDICEA-berekeningen

Het verloop van minerale stikstof (N-min.) gemodelleerd met NDICEA is op hoofdlijnen volgens verwachting. Na het scheuren van de luzerne volgt een piek in het N-min.-verloop. In de maaimeststoffenvariant komt de stikstof daarna geleidelijk vrij (Figuur 11). In de bemestingsvariant met vinasse is een tweede piek te zien na toediening van de vinasse (Figuur 12).

De N-metingen gedaan aan het eind van de teelt op 14 november 2011 komen voor de maaimeststoffen goed overeen met de door het model berekende waarden. Voor de vinasse ligt het berekende niveau iets meer dan 20 kg lager dan het gemeten niveau.



Figuur 11. N-min.-verloop in de bemestingsvariant met maaimeststoffen, berekend door NDICEA.



Figuur 12. N-min.-verloop in de bemestingsvariant met vinasse, berekend door NDICEA.

## 5.4 Conclusies

De opbrengst bij beide behandelingen was hoog – wellicht doordat de voorvrucht luzerne voor een hoge beschikbaarheid van stikstof heeft gezorgd. De hogere opbrengst met vinasse is waarschijnlijk te danken aan de grotere hoeveelheid stikstof die gegeven is. De hogere stikstofgift bij de kolen bemest met vinasse is waarschijnlijk ook de oorzaak van een iets lager drogestofgehalte en een iets hoger stikstofgehalte van deze kolen ten opzichte van de kolen bemest met maaimeststoffen. Doordat zowel de hoeveelheid toegediende stikstof als de soort meststof verschilt, kunnen de geobserveerde verschillen niet toegeschreven worden aan stikstofhoeveelheid of soort meststof. Hiervoor zou een proef nodig zijn waarin de hoeveelheid stikstof die per hectare gegeven wordt gelijk is, terwijl de vorm waarin de stikstof gegeven wordt (als maaimeststof of als vinasse) gelijk is. Modelberekeningen, bijvoorbeeld met NDICEA, zouden meer inzicht kunnen geven in de stikstofdynamiek in het perceel en op mogelijke verschillen in verliezen. Dat kan uiteraard alleen als de modellering de werkelijkheid acceptabel beschrijft. Met maar één meting van de N-mineraal als ijkpunt kan de betrouwbaarheid sowieso niet vastgesteld worden.

# Literatuur

- Bedoussac, Laurent; Journet, Etienne-Pascal; Hauggaard-Nielsen, Henrik; Naudin, Christophe; Corre-Hellou, Guénaëlle; Prieur, Loïc; Jensen, Erik Steen and Justes, Eric. 2012. **Eco-functional intensification by cereal-grain legume intercropping in organic farming systems for increased yields, reduced weeds and improved grain protein concentration.** In: Organic Farming, prototype for sustainable agricultures?. Springer, Berlin, Germany, - . [In Press]
- Burgt, G.J.H.M., Berg, C. ter, Strien, J. van, en Bokhorst, J. 2011. **Stikstofvoorziening uit maaimeststoffen. Bedrijfsontwerp.** Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2011-008 LpB, 31 pp.
- Burgt, G.J.H.M. van der, B.G.H. Timmermans, J.J.M. Staps, W. Haagsma. 2011. **Minder en Anders Bemesten: Resultaten van een vierjarig project over innovatieve bemesting.** Rapport 2010-032 LbP. Louis Bolk Instituut, Driebergen
- Burgt, G.H.M. van der, B.G.H. Timmermans, C. ter Berg. 2010. **Minder en Anders Bemesten: Onderzoeksresultaat akkerbouw op klei. Maaimeststoffen bij aardappel, Van Strien 2010.** Rapport 2010-023LbP. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Burgt, G.H.M. van der, G.J.M. Oomen, A.S.J. Habets and W.A.H. Rossing, 2006. **The NDICEA model, a tool to improve nitrogen use efficiency in cropping systems.** Nutrient Cycling in Agroecosystems, 74: 275-294.
- Burgt, G.H.M. van der, J.J.M. Staps. 2010. **Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaten tuinbouw op zand. Van Lierop 2008-2010.** Rapport 2010-028LbP. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Scholberg, J., C. ter Berg, J.J.M. Staps, J. van Strien. 2010. **Minder en anders Bemesten: Voordelen van maaimeststoffen voor teelt van najaarsspinazie: Resultaten veldproef Joost van Strien, in Ens, 2009.** Rapport 2010-007LBP. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Timmermans, B.G.H., G.H.M. van der Burgt, C. ter Berg. 2010. **Minder en Anders Bemesten Onderzoeksresultaten tuinbouw op klei. Rozendaal, kool 2010.** Rapport 2010-027LbP. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Timmermans, B.G.H., G.H.M. van der Burgt, C. ter Berg. 2010. **Minder en anders bemesten: Onderzoeksresultaten tuinbouw op klei. Rozendaal, courgette 2008.** Rapport 2010-025LbP. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Timmermans, B.G.H., G.H.M. van der Burgt, J.J.M. Staps, C. ter Berg. 2010. **Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaten tuinbouw op klei. Rozendaal, courgette 2009.** Rapport 2010-026 LbP. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Wallach D. and Goffinet B. 1989. **Mean squared error of prediction as a criterion for evaluating and comparing system models.** Ecological Modelling 44: 209-306.





## Bijlage I Bodemnitraatbepalingen

Tabel 11 Metingen bodemstikstof ((kg NO<sub>3</sub>-N/ha), in perceel 3 (sjalot).

Plot		3 A	3 B	3 C	3 D	3 E
Behandeling		75	50	100	0	standaard
<b>Bemonsteringsdiepte</b>	<b>Datum</b>					
(cm -mv.)						
0-30	3-03-11	20	20	20	20	20
0-30	8-04-11	40	40	40	40	40
0-30	4-05-11	46	60	52	49	57
0-30	26-05-11	69	69	67	-	69
0-30	6-06-11	74	66	77	-	77
0-30	21-06-11	57	57	82	-	101
0-30	6-07-11	19	19	16	22	38
0-30	19-07-11	28	19	22	19	25
0-30	2-08-11	26	23	23	20	26
0-30	31-08-11	20	20	28		28
0-30	14-11-11	15	15	15	15	18
30-60	14-11-11	13	13	13	13	13

Tabel 12. Metingen bodemstikstof (kg NO<sub>3</sub>-N/ha) in perceel 1B (pompoen).

Datum	1B - A	1B - B	1B - C	1B-D	Gemiddeld
8-04-11	20	23	20		21
4-05-11	37	31	33	31	33
26-05-11	40	49	40		43
6-06-11	75	67	78		73
21-06-11	107	115	121		114
6-07-11	128	111	114		118
19-07-11	84	81	102		89
2-08-11	36	36	39	39	38
14-11-11	41	47	41	41	43

*Tabel 13. Metingen bodemstikstof (kg NO<sub>3</sub>-N/ha) in perceel 1A (pompoen).*

	Perceel	1A - A	1A - B	1A - C	1A - D
	Behandeling	75	50	100	standaard
Datum	4-05-11	68	60	74	57
	26-05-11	78	86	86	83
	6-06-11	93	96	107	107
	21-06-11	122	111	114	122
	6-07-11	209 <sup>a</sup>	114	151	124
	19-07-11	73	71	68	65

<sup>a</sup> Deze meting lijkt onwaarschijnlijk hoog.

## Bijlage II Meetgegevens eind oogst kool

Tabel 14. Data kool bemest met maaimeststof. Versgew. = versgewicht, drooggew. = drooggewicht. Drooggewicht van product, gewasrest en schutblad zijn berekend door het versgewicht te vermenigvuldigen met het drogestofgehalte, bepaald in een submonster. N-opname is bepaald door het drooggewicht per kool te vermenigvuldigen met het stikstofgehalte bepaald in een submonster. Versgewicht totaal, drooggewicht totaal en N-opname totaal zijn bepaald door respectievelijk versgewicht, drooggewicht en N-opname van product, schutblad en gewasrest op te tellen.

	Versgew. product	Versgew. schutblad	Versgew. gewasrest	Versgew. gewasrest +schutblad	Versgew. totaal	Drooggew. product	N-opname product	Drooggew. gewasrest+ schutblad	N-opname gewasrest +schutblad	Drooggew. totaal	N-opname totaal
	(kg plant <sup>-1</sup> )	(kg plant <sup>-1</sup> )	(kg plant <sup>-1</sup> )	(kg plant <sup>-1</sup> )	(kg plant <sup>-1</sup> )	(kg plant <sup>-1</sup> )	(g plant <sup>-1</sup> )	(g plant <sup>-1</sup> )	(g plant <sup>-1</sup> )	(kg plant <sup>-1</sup> )	(g plant <sup>-1</sup> )
	3.89	0.17	2.05	2.22	6.11	0.32	5.79	0.23	5.01	0.55	10.80
	2.39	0.15	1.36	1.51	3.90	0.19	3.56	0.15	3.32	0.35	6.88
	3.62	0.16	1.76	1.92	5.54	0.29	5.39	0.20	4.30	0.49	9.69
	3.95	0.16	1.65	1.81	5.76	0.32	5.88	0.19	4.03	0.51	9.91
	3.81	0.18	2.03	2.21	6.02	0.31	5.67	0.23	4.96	0.54	10.63
	3.77	0.21	2.14	2.35	6.12	0.31	5.61	0.24	5.23	0.55	10.84
	4.10	0.17	2.56	2.73	6.83	0.33	6.10	0.29	6.26	0.62	12.36
	3.95	0.19	1.62	1.81	5.76	0.32	5.88	0.18	3.96	0.50	9.84
	3.64	0.20	1.81	2.01	5.65	0.30	5.42	0.20	4.42	0.50	9.84
	4.30	0.27	2.56	2.83	7.13	0.35	6.40	0.29	6.26	0.64	12.65
	3.75	0.23	1.43	1.66	5.41	0.30	5.58	0.16	3.49	0.47	9.07
	3.81	0.09	1.47	1.56	5.37	0.31	5.67	0.17	3.59	0.48	9.26
	5.06	0.12	2.03	2.15	7.21	0.41	7.53	0.23	4.96	0.64	12.49
	4.96	0.19	2.01	2.20	7.16	0.40	7.38	0.23	4.91	0.63	12.29
	4.29	0.11	2.24	2.35	6.64	0.35	6.38	0.25	5.47	0.60	11.86
	5.42	0.26	2.12	2.38	7.80	0.44	8.06	0.24	5.18	0.68	13.24
	4.92	0.20	2.19	2.39	7.31	0.40	7.32	0.25	5.35	0.65	12.67
	5.25	0.26	2.18	2.44	7.69	0.43	7.81	0.25	5.33	0.67	13.14
	4.47	0.21	2.12	2.33	6.80	0.36	6.65	0.24	5.18	0.60	11.83
	4.41	0.18	2.17	2.35	6.76	0.36	6.56	0.24	5.30	0.60	11.86
Gemiddelde	4.19	0.19	1.98	2.16	6.35	0.34	6.23	0.22	4.83	0.56	11.06
Variantie	0.50	0.00	0.12	0.13	0.92	0.00	1.10	0.00	0.69	0.01	2.76
Standaard-	0.70	0.05	0.34	0.36	0.96	0.06	1.05	0.04	0.83	0.08	1.66

Tabel 15. Data kool bemest met vinasse. Versgew. = versgewicht, drooggew. =drooggewicht. Versgewichten zijn gemeten in het veld. Drooggewicht van product, gewasrest en schutblad zijn berekend door het versgewicht te vermenigvuldigen met het drogestofgehalte, bepaald in een submonster. N-opname is bepaald door het drooggewicht per kool te vermenigvuldigen met het stikstofgehalte bepaald in een submonster. Versgewicht totaal, drooggewicht totaal en N-opname totaal zijn bepaald door respectievelijk versgewicht, drooggewicht en N-opname van product, schutblad en gewasrest op te tellen.

	Versgew. product (kg plant <sup>-1</sup> )	Versgew. schutblad (kg plant <sup>-1</sup> )	Versgew. gewasrest (kg plant <sup>-1</sup> )	Versgew. gewasrest +schutblad (kg plant <sup>-1</sup> )	Versgew. Totaal (kg plant <sup>-1</sup> )	Drooggew. product (kg plant <sup>-1</sup> )	N-opname product (g plant <sup>-1</sup> )	Drooggew. gewasrest+ schutblad (g plant <sup>-1</sup> )	N-opname gewasrest +schutblad (g plant <sup>-1</sup> )	Drooggew. totaal (kg plant <sup>-1</sup> )	N-opname totaal (g plant <sup>-1</sup> )
	3.75	0.27	2.40	2.67	6.42	0.30	6.40	0.27	6.86	0.57	13.26
	4.68	0.19	1.90	2.09	6.77	0.38	7.99	0.21	5.37	0.59	13.35
	5.02	0.22	2.52	2.74	7.76	0.40	8.57	0.28	7.04	0.68	15.60
	4.74	0.15	2.04	2.19	6.93	0.38	8.09	0.22	5.62	0.60	13.71
	5.42	0.28	2.72	3	8.42	0.44	9.25	0.30	7.70	0.74	16.95
	5.78	0.22	1.87	2.09	7.87	0.47	9.86	0.21	5.37	0.68	15.23
	5.29	0.22	2.12	2.34	7.63	0.43	9.03	0.24	6.01	0.66	15.04
	5.79	0.33	2.05	2.38	8.17	0.47	9.88	0.24	6.11	0.71	15.99
	4.82	0.19	2.13	2.32	7.14	0.39	8.23	0.24	5.96	0.62	14.18
	6.04	0.29	2.28	2.57	8.61	0.49	10.31	0.26	6.60	0.75	16.91
	4.71	0.20	1.85	2.05	6.76	0.38	8.04	0.21	5.26	0.59	13.30
	5.23	0.24	2.31	2.55	7.78	0.42	8.93	0.26	6.55	0.68	15.47
	5.42	0.15	2.53	2.68	8.10	0.44	9.25	0.27	6.88	0.71	16.13
	4.67	0.16	1.68	1.84	6.51	0.38	7.97	0.19	4.73	0.56	12.69
	4.11	0.14	1.93	2.07	6.18	0.33	7.01	0.21	5.32	0.54	12.33
	4.69	0.26	2.01	2.27	6.96	0.38	8.00	0.23	5.83	0.61	13.83
	4.76	0.20	2.34	2.54	7.30	0.38	8.12	0.26	6.52	0.64	14.65
	4.89	0.14	2.17	2.31	7.20	0.39	8.35	0.23	5.93	0.63	14.28
	4.67	0.15	1.42	1.57	6.24	0.38	7.97	0.16	4.03	0.54	12.00
	4.47	0.17	1.72	1.89	6.36	0.36	7.63	0.19	4.85	0.55	12.48
Gemiddelde	4.95	0.21	2.10	2.31	7.26	0.40	8.44	0.23	5.93	0.63	14.37
Variantie	0.32	0.00	0.10	0.12	0.56	0.00	0.93	0.00	0.80	0.00	2.27
Standaard	0.56	0.06	0.32	0.35	0.75	0.05	0.96	0.04	0.89	0.07	1.51