

***Minder en Anders Bemesten***

*Onderzoeksresultaat tuinbouw op  
zand; Van Lierop 2008-2010*

*Geert-Jan van der Burgt,  
Sjef Staps*



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](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 (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](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).

© [2010] Louis Bolk Instituut

Minder en Anders Bemesten; Onderzoeksresultaat  
tuintbouw op zand, Van Lierop 2008-2010. G.J. van der  
Burgt, S.Staps. 51 pagina's . Zoektermen: bemesting,  
stikstof, tuintbouw, compost, mineralenbalans.

Publicatienummer 2010-028 LbP . Dit rapport kunt u  
downloaden vanaf [www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl) en [www.biokennis.nl](http://www.biokennis.nl)



# 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 drie jaar onderzoek op het bedrijf van Jan van Lierop in Mierlo, Noord-Brabant. In andere publicaties is of wordt verslag gedaan van eerdere onderzoeken op dit en andere bedrijven (Scholberg en anderen, 2010; Timmermans en anderen, 2010a, 2010b, 2010c (in voorbereiding); Haagsma, 2010 (in voorbereiding); van der Burgt en anderen, 2010 (in voorbereiding)).



# Inhoud

Voorwoord	3
Inhoud 5	
Samenvatting	7
Summary	9
1 Inleiding	11
2 Werkwijze	11
3 13	
4 Resultaten	15
4.1 2008: knolvenkel	15
4.2 2009: andijvie	17
4.3 2010: herfstprei	18
4.4 Stikstof dynamiek	19
5 Bespreking resultaten	25
6 Conclusies	29
7 Titel hoofdstuk	31
Literatuur	33
Bijlage 1: Indeling proefveld	35
Bijlage 2: Inhoudsstoffen van de gebruikte meststoffen	36
Bijlage 3: N-mineraal metingen	38
Bijlage 4: Productanalyses.	40
Bijlage 5: NDICEA grafieken van alle varianten	42
1. Controle	42
2. Vinasse 48 kg N	43
3. Vinasse 95 kg N	44
4. Luzerne 95 kg N	45
5. GFT compost 46 ton + vinasse 95 kg N (totaal 590 kg N)	46
6. Bedrijf (per jaar wisselende hoeveelheid N)	47
Bijlage 6: Mineralenbalansen 2008-2010	48
Bijlage 7: Bodembeoordeling 2009 en 2010	49





## Samenvatting

In het kader van een heroriëntatie op bemesting in de biologische tuinbouw op zandgrond is een veldproef aangelegd op het bedrijf van Jan van Lierop in Mierlo, Noord-Brabant. Gezien de nieuwe regels op het gebied van de mestwetgeving werd gezocht naar manieren om de mineralen aanvoer te verlagen zonder de opbrengst te verlagen. In 2008, 2009 en 2010 is volgens vijf verschillende varianten bemest. Vinasse 48 kg N, Vinasse 95 kg N en Luzerne 95 kg N zijn gewasgerichte bemestingsvarianten, en 46 ton GFT compost + vinasse 95 kg N heeft een sterke bodemgerichte component. Daarnaast was er een controle zonder bemesting.

In alle drie de jaren was er een reactie van het gewas wat betreft opbrengst (venkel in 2008, prei in 2010) of productkwaliteit (andijvie in 2009) op de voor het gewas beschikbaar gekomen hoeveelheid stikstof. De controle variant deed het in het eerste jaar nog helemaal niet zo slecht maar blijft in de volgende jaren in toenemende mate achter bij de wel bemeste varianten. In drie jaar lijkt er een positief effect zichtbaar van de compost op structuur en beworteling.

Geen van de onderzochte varianten kan rechtstreeks gebruikt worden als alternatieve strategie voor het huidige bemestingsregime. Ze zijn té eenzijdig gericht zijn op gewas (vinasse, luzerne) óf zetten te zwaar in op bodemverzorging (Compost + vinasse). De mineralenbalansen vertonen in alle gevallen tekorten of zware overschotten (compost + vinasse). Een combinatie van beide strategieën ligt voor de hand: zonder verzorging van de bodemvruchtbaarheid gaat de opbrengst achteruit, en gewasgerichte (stikstof)bemesting geeft een direct positief resultaat. Daarnaast behoeft het aandacht om de aanwezige stikstof in najaar en winter in het bedrijf te behouden door vanggewassen en zou ook nog winst behaald kunnen worden door eigen stikstofvoorziening in te bouwen. Deze laatste strategieën vragen om aanpassingen in bouwplan en vruchtwisseling die minder of meer extensivering inhouden.



## Summary

As part of a revision of soil fertility strategies in organic horticultural production on sandy soils, a field experiment is realized at the farm of Jan van Lierop in Mierlo, Noord-Brabant province. Looking at the foreseen legislation, strategies are needed to reduce the application of nutrients without reducing the yields. In 2008, 2009 and 2010 five strategies are tested. Vinasse 48 kg N , Vinasse 95 kg N en Alfalfa pellets 95 kg N are crop-oriented strategies, and Compost + vinasse 95 kg N has a strong soil oriented component. A control (zero N) completed the experiment. During the three years the crop reacted on increasing amounts of available N with increased yield (Fennel in 2008, and Leek in 2010) or increased marketable yield (Endive in 2009). The control performed reasonable in 2008 but stayed increasingly behind in the following years. In three year a positive effect of compost on soil structure and root pattern starts to appear.

None of the strategies can straight forward be used as alternative for the actual farm strategy. They are overemphasizing the crop component (Vinasse, Alfalfa) or the soil component (Compost + vinasse). The mineral balance for the nutrients show shortages or (high) surpluses (in case of GFT + vinasse). A combination of the two directions is to prefer: without taking care for the long-term soil fertility the yields will decrease, and a crop-oriented (nitrogen) fertilization shows direct positive results. Besides this, attention should be given to catch crops to keep nitrogen in the farm system during winter time, and to nitrogen fixation on the farm itself. These last two components will request adaptations in crop rotation and will possibly lead to a less intensive horticultural system.



# 1 Inleiding

Het bedrijf van Jan van Lierop bevindt zich op dekzand, aan de Stepekolk in Mierlo. Het bedrijf ligt aan de rand van de bebouwde kom. Het is een intensief tuinbouwbedrijf met onder andere prei, andijvie, bladselderie, bleekselderij, Chinese kool, broccoli en aardbeien in het bouwplan. Er is geen vast vruchtwisselingsschema.

Het is een biologisch bedrijf met een huidig areaal van ruim 100 ha.

Het veldonderzoek heeft plaatsgevonden op een perceel dat direct aan de bedrijfsgebouwen grenst.

Vóór 2008 bestond de bemesting onder meer uit vinasse, runder- en varkensdrijfmest en verenmeel. Ook werd potgrond als bodemverbeteraar toegediend. Er was sprake van forse overschotten in de mineralenbalans. Op dit bedrijf speelde de vraag of het gehele bemestingsniveau op een lager niveau gebracht kon worden. Daarnaast speelde de vraag wat de rol is van (de toevoer van) organische stof onder deze bedrijfsomstandigheden.

# 2 Werkwijze

Het bedrijf van Jan van Lierop ligt nabij de bebouwde kom van Mierlo, Noord-Brabant (51°27'04 N , 5°36'21 O). Op het bedrijf wordt gewerkt met teeltbedden die ieder jaar op nagenoeg de zelfde locatie liggen. Dit bood de mogelijkheid om een meerjarig experiment in te richten waarbij toevoer van organische stof (compost) in een meerjarig traject kon worden gevolgd. Daarnaast is er gekozen voor verschillende niveaus van stikstoftoevoer (48 en 95 kg N ha<sup>-1</sup>) en verschillende soorten stikstofmeststoffen (vinasse en maaimeststof luzernekorrels). De proeven zijn in stroken aangelegd zonder herhalingen. Voorafgaand aan het aanleggen van de behandeling is een standaard bodemanalyse uitgevoerd; de resultaten daarvan staan in Tabel 2-1.

De ligging van het proefveld staat ingetekend in Figuur 3-1.

Tabel 2-1 Bodemanalyse van de vijf proefstroken voorafgaand aan de start

Item	Eenheid	1	2	3	4	5
		Controle	Vinasse 48 kg N	Vinasse 95 kg N	Luzerne 95 kg N	Compost + vinasse 95 kg N
Ntotaal	mg N/kg	1286	1186	1226	1156	1247
NH4-N	mg N/kg	5.4	3.6	4.4	3.9	3.9
NO3-N	mg N/kg	3.9	4	4.4	3.1	3.2
P-PAE	mg P/kg	4.7	4.7	6.4	6.5	7.3
Pw	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l	98	111	119	114	118
P-Al	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 gr	80	76	85	87	92
Kali	mg K <sub>2</sub> O / 100 gr	36	28	35	33	32
pH	-	5.8	5.8	5.9	6	5.9
Org stof	%	3.4	3	3.2	3	3.4
Lutum	%	1	1	1	1	1
P-totaal	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 gr	155	158	183	176	194

Naast de standaard teeltwijze van Jan van Lierop zijn er vijf bemestingsvarianten aangelegd.

- 0 kg N
- 48 kg N uit vinasse
- 95 kg N uit vinasse
- 95 kg N uit luzerne korrels
- 46 ton GFT compost + 95 kg N uit vinasse, gemiddeld per jaar 590 kg N totaal
- Standaard teeltwijze, per jaar verschillend:
  - Venkel, 2008: 30 ton runder drijfmest met 3,9 kg N per ton, toegediend op 22 april, 117 kg N totaal.
  - Andijvie, 2009: 10 ton vaste rundermest met 5,7 kg N per ton, toegediend op 23 februari, en 20 ton runder drijfmest, 4,2 kg N per ton, toegediend op 8 april, 141 kg N totaal. (2<sup>e</sup> teelt andijvie 4 ton vinasse, 80 kg N totaal)
  - Prei, 2010: 35 ton rundvee drijfmest met 3,5 kg N per ton, toegediend op 25 mei, en 4 ton vinasse, 20 kg N per ton, toegediend op 31 augustus, 202 kg N totaal.

Het idee van de compostvariant is dat prei, dat relatief veel wordt geteeld op het bedrijf, een matig wortelstelsel heeft en veel moeite heeft met bodemweerstand. Een lossere/zachtere grond zou dus positief moeten zijn voor de ontwikkeling. Compost zou daarnaast als positief aspect kunnen hebben dat het buffert tegen N-uitspoeling.

De behandelingen zijn drie jaar achter elkaar toegepast. Elke behandeling omvatte drie bedden van elk 1,80 meter breed (inclusief rijspoor van 30 cm) en volledige veldlengte van 140 meter. De indeling van het proefveld staat in bijlage 1. Alle drie de jaren zijn de drie toegediende meststoffen geanalyseerd. De uitslagen daarvan staan in bijlage 2. In 2008 is knolvenkel geteeld met nateelt bladrammenas, in 2009 andijvie, en in 2010 herfstprei. In alle jaren zijn de bodemwaarnemingen verricht in het middelste van de drie bedden van elke behandeling. Vier tot vijf keer per seizoen is de hoeveelheid N-mineraal bepaald in 0-30 cm diepte. Twee tot drie keer per seizoen is dat gedaan voor 30-60 cm. De resultaten staan in bijlage 3. Van de geoogste producten is de versopbrengst bepaald en indien aan de orde de verkoopbare opbrengst (andijvie). Van de producten is het droge stof gehalte bepaald en zijn de inhoudsstoffen gemeten. Dat is ook gebeurd met de bladrammenas om de bijdrage aan de stikstofdynamiek te kunnen kwantificeren. Voor zover aan de orde zijn ook de gewasresten bepaald en op inhoudsstoffen geanalyseerd.



*Figuur 3-1 Ligging van het proefveld op de bedrijfskavel*

De toediening van de compost, de vinasse en de luzerne vond plaats kort voordat de teelt begon. Uitzondering daarop zijn de luzernekorrels in 2010 die door omstandigheden pas begin september zijn toegediend. De teelt van de knolvenkel liep van 6 mei tot 31 juli 2008. Andijvie groeide van 24 juni tot 6 augustus 2009. De prei is geplant 22 juni en geoogst 21 oktober.

De stikstofdynamiek en de organische stof dynamiek is geanalyseerd met behulp van het model NDICEA (van der Burgt en anderen, 2006; [www.ndicea.nl](http://www.ndicea.nl)).





## 4 Resultaten

### 4.1 2008: knolvenkel

Voor de opbrengstbepaling van behandeling 1 t/m 4 is van de drie bedden per behandeling 25 meter lengte geoogst (135 m<sup>2</sup>). Van de bemesting GFT + Vinasse is de volledige oppervlakte van drie bedden van 140 meter geoogst en gewogen. De voor de stikstofdynamiek en de voor productkwaliteit belangrijke analyses staan in Tabel 4-1. De overige analyses staan in bijlage 4.

Tabel 4-1 Opbrengst en enkele analysesresultaten van knolvenkel 2008

	Bemesting	Versopbrengst				Brix (%)	Totale N-opname kg/ha
		Product (ton/ha)	DS %	N gehalte g/kg ds	Nitraat mg/kg		
1	0	22.3	6.6	12.39	181	4.4	100
2	vinasse 48 kg N	24.9	5.9	17.2	968	3.8	106
3	vinasse 95 kg N	26.6	6.3	17.28	635	4.2	121
4	luzerne 95 kg N	27.6	6.2	13.67	327	4.1	118
5	GFT+ vinasse 95 kg N	21.9*	6.2	17.35	1071	3.7	98
6	Bedrijf (30 ton RDM)	20 **	nb	nb	nb	nb	nb

\* Waarschijnlijk onderschatting van productie t.o.v. de andere bemestingen

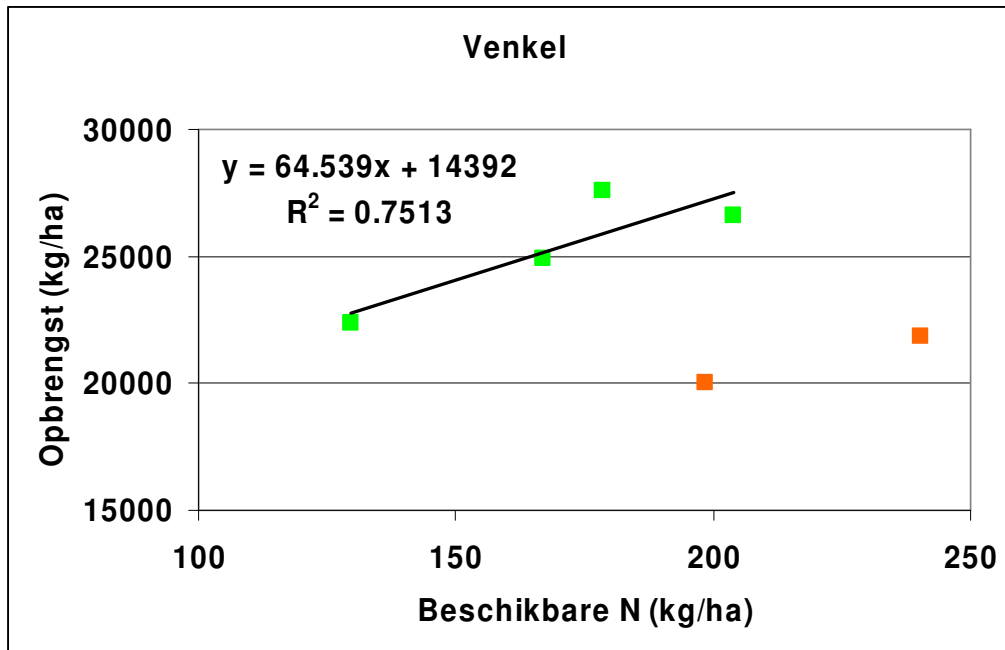
\*\* Schatting teler

nb = niet bepaald

De knolvenkel opbrengst bij de GFT + vinasse bemesting is waarschijnlijk onderschat ten opzichte van de andere bemestingen. De andere stroken zijn bemonsterd op een representatief geacht deel, dus zeker niet op de kopakkers, terwijl de compost variant in zijn geheel, dus inclusief de kopakkers, is bemonsterd. De opbrengst van de bedrijfsvariant is geschat en kan om de zelfde reden ten opzichte van de andere varianten te laag zijn.

De reactie van gemeten parameters op de verschillen in bemesting zijn niet groot en niet consistent. Opbrengst en totale N-opname vertonen een redelijke overeenkomst met de bemesting, gegeven de onzekerheid van de opbrengst van de GFT variant en de naar verwachting tragere N-mineralisatie van luzerne t.o.v. vinasse. DS en Brix zijn het hoogste bij controle, N-gehalte en nitraatgehalte zijn het laagst bij controle, volgens verwachting.

Omdat de stikstof dynamiek een van de vraagstukken is binnen dit bedrijf is de beschikbare stikstof uitgezet tegen de opbrengst in Figuur 4-1. De stikstof beschikbaarheid is berekend als de N-min 0-60 cm op moment van planten, vermeerderd met de gemineraliseerde N gedurende de teelt. Deze mineralisatie is berekend met NDICEA (van der Burgt en anderen, 2006).



Figuur 4-1 Beschikbare stikstof ten opzichte van opbrengst venkel. Groen = variant 1 t/m 4 met betrouwbare opbrengstmeting; Oranje = Compost en bedrijfsvariant met minder betrouwbare opbrengstcijfers.  $R^2$  is berekend over de groene meetpunten

Indien alleen gekeken wordt naar de varianten waarvan de opbrengst nauwkeurig bepaald is, is er een redelijk goed verband tussen de berekende beschikbare stikstof en de opbrengst van de venkel. Als een rechtlijnig verband wordt verondersteld geeft iedere kilo extra *beschikbare stikstof* een meeropbrengst van 65 kg venkel. Iedere kilo *toegediende stikstof* uit vinasse of luzerne wordt voor 22% opgenomen in het verkoopbare product.

De groenbemester bladrammenas is bemonsterd in het middelste bed over een lengte van 5 meter, oppervlakte 9 m<sup>2</sup> (inclusief rijspoor). De opbrengst van de bedrijfsvariant is niet bepaald. De uitslag staat in Tabel 4-2\*

*Waarschijnlijk onderschatting van productie t.o.v. de andere bemestingen*

\*\* *Schatting teler*

*nb = niet bepaald*

Tabel 4-2 Opbrengst en analyseresultaten bladrammenas 2008

Bemesting		DS opbrengst kg/ha	DS %	N-gehalte g/kg droge stof	N-opname kg/ha
1	0	1913	9.0	33.6	64
2	vinasse 48 kg N	1943	7.9	35.6	69
3	vinasse 95 kg N	2081	8.0	38.8	81
4	luzerne 95 kg N	1965	7.2	35.4	69
5	GFT+ vinasse 95 kg N	1834	6.7	38.0	70

De droge stof opbrengst van de bladrammenas vertoont geen enkel verband met de bemesting. Het droge stof gehalte en het N-gehalte tonen wel een verband: hoe meer (beschikbare) stikstof, hoe lager het droge stof gehalte en hoe hoger het N-gehalte.

## 4.2 2009: andijvie

Voor de opbrengstbepaling van behandeling 1 t/m 4 is van het middelste bed per behandeling twee keer 17 meter lengte geoogst (2 x 30.6 m<sup>2</sup>). De voor de stikstofdynamiek belangrijke analyses staan in Tabel 4-3. Bij de oogst bleek een deel van de kroppen onverkoopbaar; dit is in de opbrengsten uitgesplitst. De overige analyses staan in bijlage 4. Omdat de stikstof dynamiek een van de vraagstukken is binnen dit bedrijf is de beschikbare stikstof uitgezet tegen de opbrengst, zowel totaalopbrengst als opbrengst van het verkoopbare gedeelte. Dat staat in Figuur 4-2.

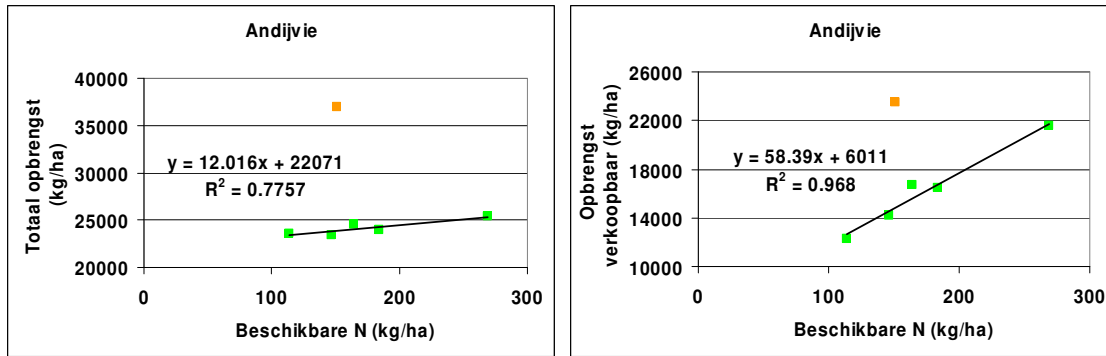
Tabel 4-3 Opbrengst en enkele analyseresultaten van andijvie 2009

	Opbrengst totaal			Verkoopbaar			Onverkoopbaar	
	vers ton/ha	N-opname kg/ha	vers ton/ha	DS %	N in DS g/kg	N-opname kg/ha	vers ton/ha	N-opname kg/ha
Controle 0 N	23.6	38	12.3	5.4	29.5	20	11.3	18
Vinasse, 48 kg N	23.4	42	14.2	6.1	29.7	26	9.2	17
Vinasse, 95 kg N	23.9	39	16.5	5.9	27.3	27	7.5	12
Luzerne, 95 kg N	24.6	42	16.7	5.8	29.6	29	7.8	13
GFT + vin. 95 kg N	25.4	42	21.6	6.3	26.5	36	3.8	6
Bedrijf (RVM en RDM)	37*	nb	23.5*	nb	nb	nb	13.5*	nb

\* *Schatting teler*

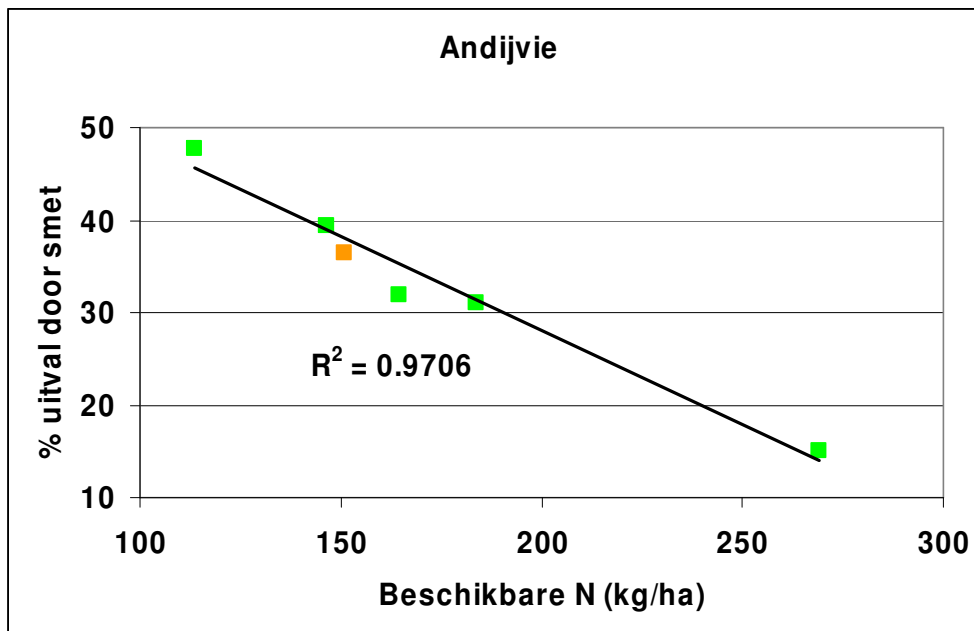
Totale opbrengst en totale N-opname zijn over alle varianten nagenoeg gelijk, met de bedrijfsvariant als grote uitzondering. Nog sterker dan bij de venkel in 2008 moet getwijfeld worden aan de vergelijkbaarheid van de opbrengstcijfers.. Het droge stof gehalte en het N-gehalte vertonen geen duidelijke relatie met de bemesting. De verkoopbare opbrengst is wel heel duidelijk gerelateerd aan de bemesting: hoe meer stikstof gegeven, hoe hoger de verkoopbare opbrengst.

In Figuur 4-2 staat de relatie afgebeeld tussen de beschikbare stikstof en de opbrengst, zowel totaal als verkoopbaar. Andijvie kroppen waren deels onverkoopbaar vanwege smet. Er is sprake van een redelijk verband tussen totale opbrengst en beschikbare stikstof als alleen de gemeten en niet de geschatte opbrengst wordt meegenomen, maar de verschillen zijn verwaarloosbaar klein. Wat betreft de *verkoopbare opbrengst* zijn de verschillen in opbrengst tussen de varianten aanzienlijk en is de relatie met de beschikbare stikstof zeer sterk, wederom met uitsluiting van de geschatte opbrengst van de bedrijfsvariant. Per kilo additionele beschikbare stikstof is de meeropbrengst verkoopbare andijvie bijna 60 kg.



Figuur 4-2 Beschikbare stikstof ten opzichte van totaal opbrengst (links) en verkoopbare opbrengst (rechts) van andijvie.  $R^2$  is berekend over de groene meetpunten. Het oranje meetpunt is de bedrijfsvariant met onzekerheid over de opbrengst.

De relatie tussen stikstof beschikbaarheid en uitval door smet is apart weergegeven in Figuur 4-3. Anders dan bij Figuur 4-2 valt de bedrijfsvariant helemaal binnen de verwachting.



Figuur 4-3 Beschikbare stikstof uitgezet tegen % uitval door smet.  $R^2$  is berekend over de groene meetpunten. Het oranje meetpunt is de bedrijfsvariant met onzekerheid over de opbrengst.

### 4.3 2010: herfstprei

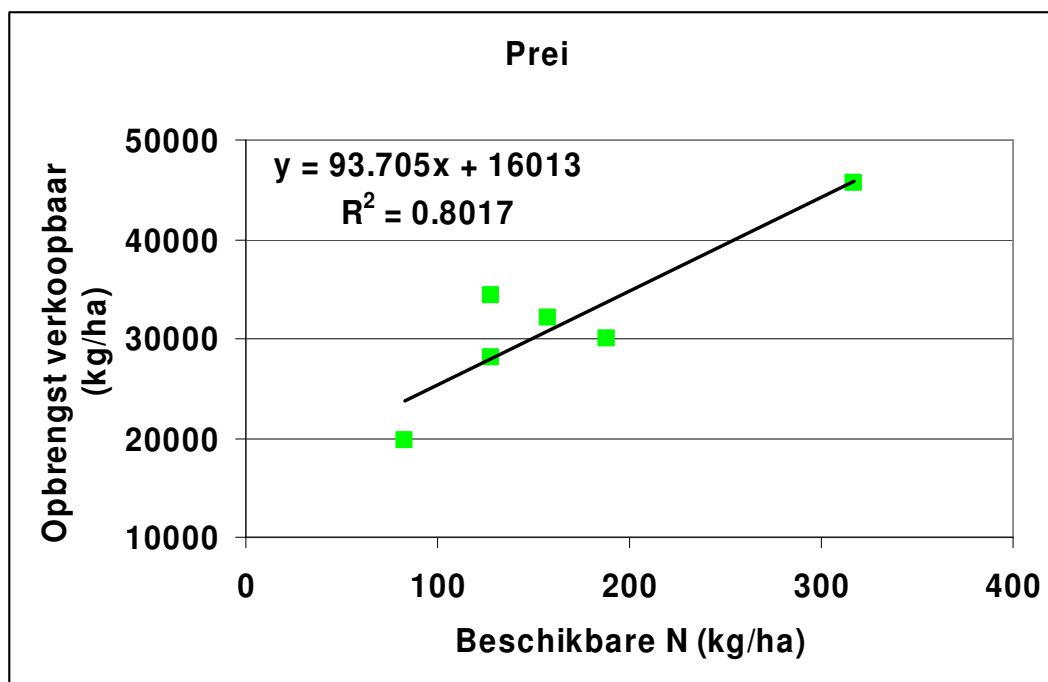
Voor de opbrengstbepaling is van de het middelste bed per behandeling 10 meter lengte geoogst (18 m<sup>2</sup> inclusief rijpad). De voor de stikstofdynamiek belangrijke analyses staan in Tabel 4-4. De overige analyses staan in bijlage 4. In de analyse is onderscheid gemaakt tussen het verkoopbare product en de bladresten die bij het schoon maken van de prei zijn weggehaald.

Tabel 4-4 Opbrengst en enkele analysesresultaten van prei, 2010

Bemesting	Verkoopbaar			Bladrest			Totaal
	vers kg/ha	DS %	N-gehalte g/kg d.s.	vers kg/ha	DS %	N g/kg d.s.	N-opname kg/ha
1 Controle 0 N	19667	14.5	12.38	2436	11.8	21.84	49
2 Vinasse, 48 kg N	28167	10.7	16.94	4952	10.8	28.77	67
3 Vinasse, 95 kg N	32167	12.3	17.24	5755	11.8	29.07	89
4 Luzerne, 95 kg N	34333	10.1	19.24	6311	11.9	28.21	86
5 GFT + vin. 95 kg N	45722	8.8	28.04	12344	10.8	34.96	152
6 Bedrijf (RDM + vin)	30000	10.2	21.04	6553	11	31.41	89

Bij de meeste parameters is een duidelijk verband met de bemesting waarbij luzerne soms iets uit de lijn valt. De versopbrengst van verkoopbare prei en van bladresten loopt op met de bemesting, en zo ook het N-gehalte en de totale N-opname. Het droge stof gehalte van het verkoopbare product daalt in hoofdlijn met toenemende N-bemesting; voor de bladresten is dat niet het geval.

De beschikbare stikstof is uitgezet tegen de verkoopbare opbrengst in Figuur 4-4.



Figuur 4-4 Beschikbare stikstof ten opzichte van opbrengst verkoopbare prei

Er is een redelijk verband tussen de beschikbare stikstof en de opbrengst van het verkoopbare product. Compost springt er uit wat betreft zowel beschikbare N als wat betreft opbrengst.

#### 4.4 Stikstof dynamiek

Alle berekeningen rondom de stikstofdynamiek zijn uitgevoerd met behulp van het model NDICEA (Van der Burgt en anderen, 2006). De kwaliteit van de modellering kan beoordeeld worden aan de hand van de RMSE (Wallach en Goffinet, 1989). De Root Mean Squared Error is een maat voor de gemiddelde afwijking tussen de gemeten waarden

en de in een model berekende waarden. Voor NDICEA wordt als vuistregel aangenomen dat een RMSE lager dan 20 kg N ha<sup>-1</sup> moet zijn om van een voldoende betrouwbare weergave van de stikstofdynamiek te kunnen spreken (van der Burgt, 2006). De waarden staan in Tabel 4-5 en zijn berekend voor zowel de hele onderzoeksperiode (2008 – 2010) als voor alleen het laatste jaar daarvan. Voor de berekening zijn enkele zeer onwaarschijnlijk hoge meetwaarden in de GFT-variant weggelaten.

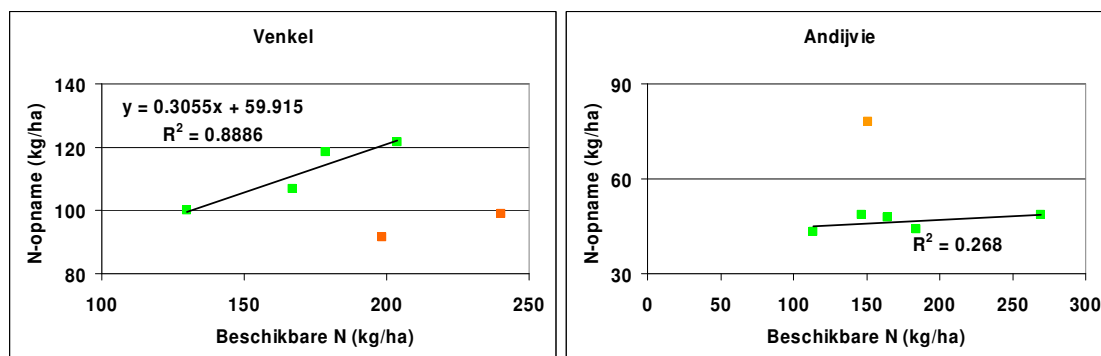
De gemodelleerde hoeveelheid N-mineraal in boven- en ondergrond ligt maar in 5 van de 12 gevallen op of onder de 20 kg N ha<sup>-1</sup>, maar er zijn geen uitschieters ver naar boven. De modellering is niettemin niet sterk.

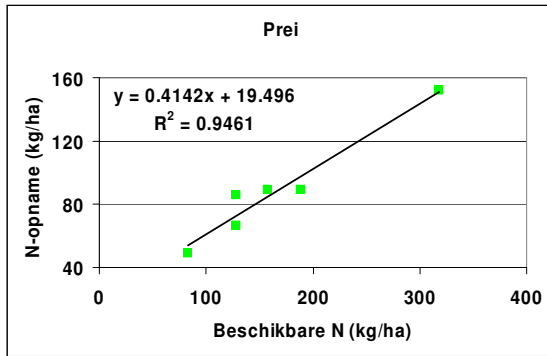
Tabel 4-5 RMSE van de bemestingsvarianten, berekend over drie jaar en berekend over uitsluitend het laatste jaar.

	2008-2010		2010 alleen	
	RMSE	n	RMSE	n
Controle 0 N	15	21	16	7
Vinasse 48 N	18	21	20	7
Vinasse 95 N	24	21	22	7
Luzerne 95 N	23	21	29	7
Compost + vinasse 95 N	33	18	7	6
Bedrijf	31	14	27	7

In de voorgaande paragrafen is de beschikbare stikstof uitgezet tegen de opbrengst. In Figuur 4-5 is de beschikbare stikstof uitgezet tegen de totale stikstof opname van de gewassen.

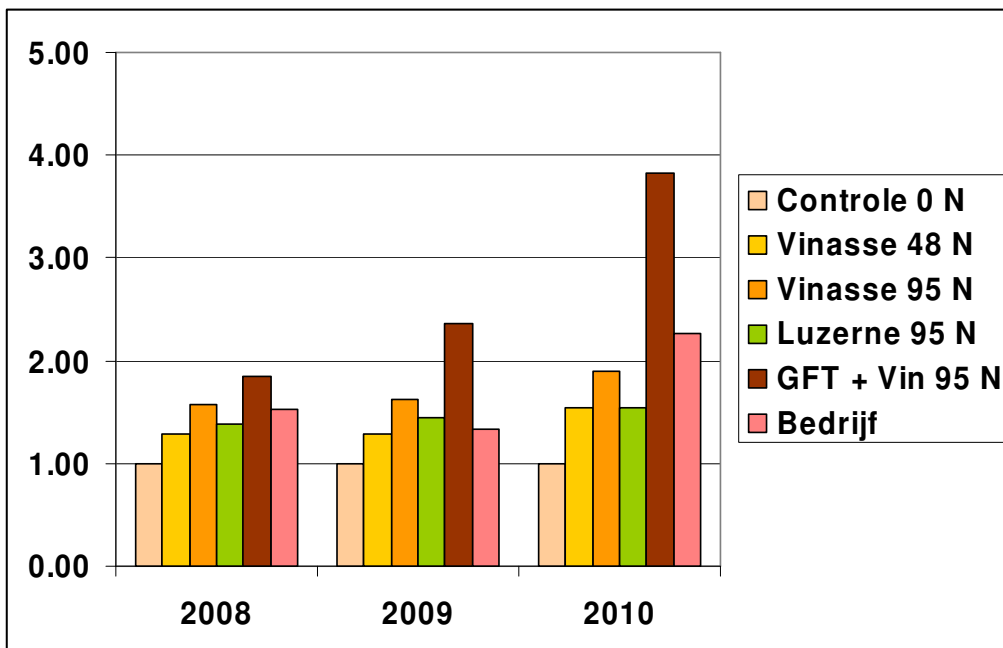
Voor venkel is er een redelijk verband tussen de beschikbare stikstof en de totale N-opname (N in verkoopbaar product, gewasrest en wortels; op basis van analyses en berekening NDICEA) indien de twee onzeker opbrengstbepalingen buiten beschouwing worden gelaten. Per kilo extra beschikbare stikstof komt 0,3 kg in de venkel terecht. Voor andijvie is er geen enkel verband. Voor prei is er juist een zeer sterk verband waarbij iedere kilo beschikbare stikstof leidt tot ruim 0.4 kg stikstof in het gewas.





Figuur 4-5 Beschikbare stikstof ten opzichte van totale N-opname.  $R^2$  is berekend over de groene meetpunten. De oranje meetpunten zijn de bedrijfsvarianten met onzekerheid over de opbrengst (Venkel, Andijvie) en de afwijkende methode van opbrengstbepaling (Venkel)

De bemesting is gedurende drie jaar het zelfde geweest, maar de stikstof nawerking door afbraak van organische stof neemt naar verwachting meer of minder toe, afhankelijk van de toegediende meststof. Dat is zichtbaar in Figuur 4-6. De totale stikstofmineralisatie gedurende de teeltduur van de gewassen is berekend met NDICEA. De mineralisatie van de controle variant is in Figuur 4-6 gelijk gesteld aan 1, en de andere waarden zijn daaraan gerelateerd

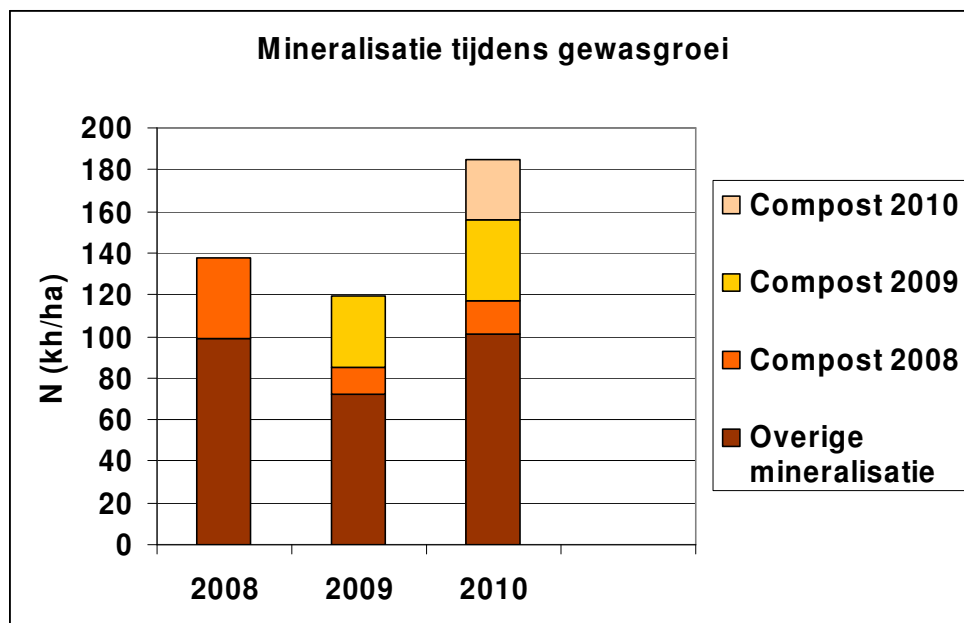


Figuur 4-6 Relatieve stikstofmineralisatie per jaar. De stikstof mineralisatie van de controle is voor ieder jaar op 1 gesteld.

Vinasse 48 en vinasse 95 zijn per jaar oplopend, maar over de jaren is nauwelijks sprake van toename ten opzichte van de controle (die in absolute waarde achteruit gaat!). Luzerne 95 N blijft in 2008 iets achter bij vinasse 95 N, wat veroorzaakt wordt door de tragere mineralisatie. In 2010 zou er een cumulatief effect van de luzerne kunnen zijn, maar dat is niet zichtbaar. De achterstand is zelfs wat groter. Dat komt doordat de luzerne toen door

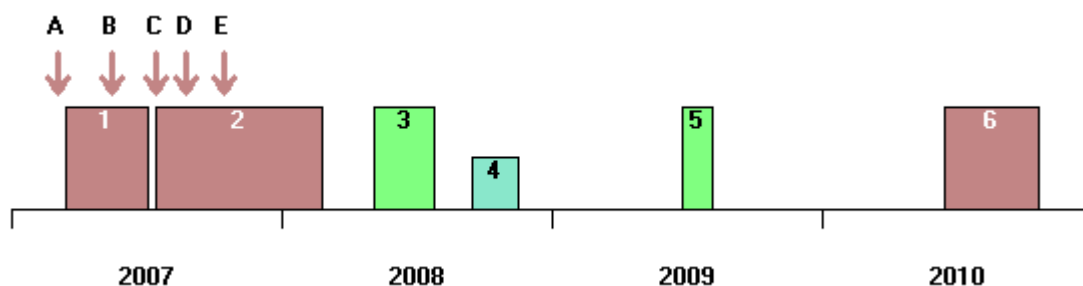
omstandigheden veel later gestrooid is dan de andere meststoffen en dus minder tijd heeft gehad om te mineraliseren. Een eventuele opbouw in drie jaar is daardoor in de mineralisatiecijfers onzichtbaar geworden, maar gezien de opbrengst (Tabel 4-4) misschien toch aanwezig. Wel duidelijk zichtbaar is dat compost in het eerste jaar niet veel stikstof brengt (vergelijk met vinasse 95), maar cumulatief in jaar 2 en 3 aanzienlijk meer. Er is sprake van een sterke opbouw van 'oude kracht'. De bedrijfsvariant met voornamelijk dunne mest en een keer vaste mest laat wel een zekere opbouw zien.

De compost is nog verder uitgesplitst in Figuur 4-7. De totale mineralisatie gedurende gewasgroei in 2009 is lager dan in 2008 omdat het een kortere groeiduur betreft. De mineralisatie in 2010 is hoger doordat met name de compost een cumulatief effect heeft: de mineralisatie uit andere organische stoffen is gelijk aan die van 2008.



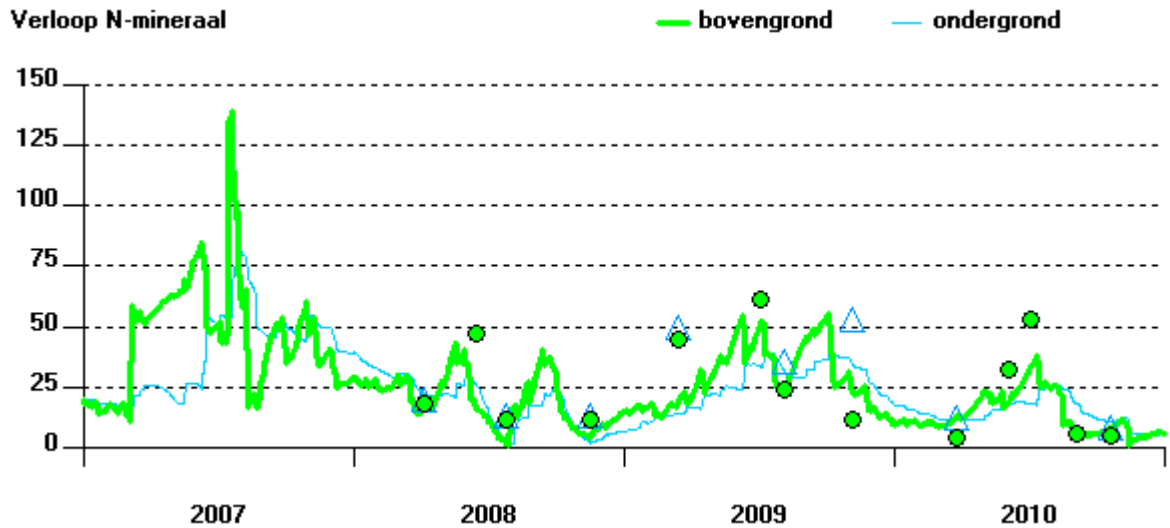
Figuur 4-7 Mineralisatie uit de drie composten en uit overige organische stoffen.

In Figuur 4-8 zijn de gewassen en bemestingen van de controlestrook op een tijdbalk zichtbaar. Figuur 4-9 laat voor de controlestrook het berekende verloop van N-mineraal zien. Dit kan vergeleken worden met de gemeten waarden in de zelfde grafiek en is de basis voor de RMSE berekening (Tabel 4-5). In Figuur 4-10 wordt zowel de beschikbare stikstof als de stikstofopname van de gewassen in de controlestrook getoond. In bijlage 5 staan van alle varianten deze grafieken weergegeven.

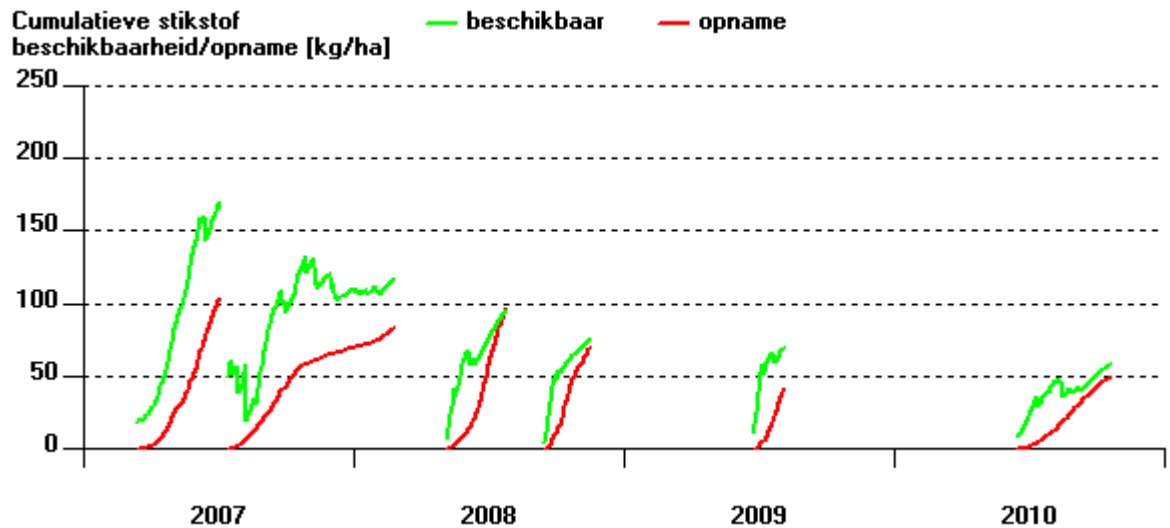




Figuur 4-8 Opeenvolgende gewassen en bemestingen van de controlestrook. 1 = zomerprei ; 2 = winterprei ; 3 = knolvenkel ; 4 = bladrammenas ; 5 = andijvie ; 6 = herfstprei. A = 20 ton/ha rundvee drijfmest ; B = 750 kg/ha verenmeel ; C = 20 ton vleesvarkens drijfmest ; D en E = 500 kg/ha verenmeel.



Figuur 4-9 Verloop van N-mineraal in bovengrond (0-30 cm) en ondergrond (30-60 cm) van de controlestrook.. Doorgetrokken lijnen zijn berekende waarden, groene punten (0-30 cm) en blauwe driehoeken (30-60 cm) zijn gemeten waarden.



Figuur 4-10 Stikstof beschikbaarheid (groene lijn) ten opzichte van gewasopname (rode lijn in de controlestrook).

De mineralenbalansen van N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O van de zes varianten zijn weergegeven in bijlage 6. Binnen NDICEA wordt de mineralenbalans automatisch berekend over het hele tijdvak, dus in dit geval inclusief de twee preiteelten van 2007-2008. Voor dit onderzoek zijn de balansen omgerekend naar uitsluitend 2008 – 2010. De balansen van de

twee meest uiterste varianten, namelijk controle en GFT +Vinasse 95, staan in Tabel 4-6. De compost + vinasse geeft een bijna twee keer zo grote afvoer in producten, maar de uitspoeling verdubbelt ook. Het overschot bij compost + vinasse 95 is voor alle drie de nutriënten zeer groot, maar zal voor een deel (met name N, P2O5) nog vastliggen in organische stof.

Tabel 4-6 Mineralenbalansen van Controle en Compost + Vinasse 95

<b>1 Controle 0 N</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>	<b>5 GFT + Vinasse 95 N</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>
Aanvoer mest	0	0	0	Aanvoer mest	571	432	563
Depositie	50	3	8	Depositie	50	3	8
Totaal aanvoer	50	3	8	Totaal aanvoer	621	435	571
Afvoer met producten	40	25	150	Afvoer met producten	77	30	184
Overschot	10	-22	-142	Overschot	543	405	387
Uitspoeling	133			Uitspoeling	269		

In 2009 en 2010 is aan het einde van het seizoen een visuele bodembeoordeling uitgevoerd.. Er is beoordeeld op gelaagdheid op basis van structurelementen en worteling, op de verdeling van structurelementen over de drie groepen kruimel – afgerond blokkig – scherp blokkig, op relatieve wortelingsintensiteit en op aanwezigheid van regenwormen. De resultaten daarvan staan in bijlage 7.

Er zijn geen regenwormen gevonden. Er zijn kleine verschillen gevonden in de verdeling van de structurelementen over de drie groepen en er zijn in 2010 kleine verschillen gevonden in worteling ten gunste van de compost- en luzernevariant. De resultaten vertonen echter bij verschillende parameters geen logische ontwikkeling gaande van nul bemesting naar compost, en de heterogeniteit in het veld is behoorlijk groot.

## 5 *Bespreking resultaten*

Voorafgaand aan de bespreking nogmaals de opmerking dat het hier gaat om proefstroken op praktijkschaal zonder herhalingen waaraan geen statistische analyse kon worden verricht en waaraan dus ook geen harde conclusies kunnen worden verbonden. Ook een aantal matige betrouwbare NDICEA modelleringen dragen bij aan een zekere terughouding in de conclusies. Daar waar de onderling vergelijking van de bemestingsvarianten een logisch en verklaarbaar resultaat oplevert mag echter wel gesproken worden van een zekere overtuigingskracht.

De uitgangssituatie was redelijk homogeen (Tabel 2-1), maar de fosfaatgehaltenes (P-PAE, Pw en P-Totaal) lijken een klein oplopend verloop te hebben van 1 (controle) naar 5 (GFT + Vinasse), parallel met toenemende bemesting. Het niveau Pw is echter dusdanig hoog (98 – 119 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l) dat het erg onwaarschijnlijk is dat de kleine verschillen in de fosfaattoestand van de proefstroken van wezenlijke invloed zijn geweest op de resultaten.

In het eerste jaar (knolvenkel) is er een bescheiden reactie op de aangebrachte bemestingsverschillen. De opbrengstbepaling van zowel compost- als bedrijfsvariant zijn onbetrouwbaar en vallen ook buiten de relatie tussen bemesting (beschikbare stikstof) en opbrengst (Figuur 4-1). Opmerkelijk is dat de controlestrook al 83% haalt van de hoogste opbrengst binnen de proef. Er is dus sprake van een aanzienlijke 'oude kracht' in dit perceel. Het stikstofgehalte en nitraatgehalte (Tabel 4-1) lijken overigens wel te wijzen op een wat grotere stikstofbeschikbaarheid in de compost strook dan op basis van opbrengst verwacht wordt. Ook dit lijkt een bevestiging van de onderschatting van de opbrengst van de compoststrook.

Uitgaande van alleen de controle en de twee vinasse stroken levert iedere kilo stikstof uit vinasse een meeropbrengst op van 45 kg verkoopbaar product en lijkt met 95 kg N uit vinasse de opbrengst nog niet gemaximaliseerd, maar met extrapoleren moet wel heel voorzichtig worden omgegaan omdat bij hogere N-niveau's andere effecten zullen gaan optreden. De relatieve stikstof benutting ten opzichte van de controle is bij de twee vinasse en de luzerne toepassingen 22% (van iedere toegediende kilo stikstof komt 22% in het product terecht). Vanwege onzekerheid over de opbrengstmeting van de compost strook wordt daar geen relatieve N-benutting van gegeven, maar het zal duidelijk zijn dat die veel lager zou liggen dan die van vinasse en luzerne vanwege de lage afbraaksnelheid van compost.

In het tweede jaar is er helemaal geen sprake van een verband tussen stikstofbemesting en totaal opbrengst (Tabel 4-3) en tussen stikstofbeschikbaarheid en totaal opbrengst (Figuur 4-2, links). Als verklaring kan opgevoerd worden dat de andijvie in alle stroken groeit in een overmaat aan stikstof (bijlage 5, grafieken cumulatieve stikstofbeschikbaarheid). De totale N-opname en het N-gehalte in de andijvie zijn niet gerelateerd aan de stikstofgift of -beschikbaarheid. Des te opmerkelijk is het dat er wel een duidelijk verschil is zodra gekeken wordt naar *verkoopbare* opbrengst, in dit geval de kroppen die niet door smet zijn aangetast. De verkoopbare opbrengst is sterk gerelateerd aan de beschikbare stikstof (Figuur 4-2, rechts). De uitval door smet loopt terug van 48% in de controle naar 15% in de GFT + Vinasse (Figuur 4-3) met een zeer hoge R<sup>2</sup>. Hier speelt N-hoeveelheid dus een onverwachte en grote rol. Een overmaat aan stikstof heeft wel sterke invloed op de gewasconditie maar niet op de totale gewasgroei. Een verklaring hiervoor is moeilijk te vinden. Er zijn wel ervaringen dat een gewas door een extra stikstofgift "door problemen heen kan groeien", maar dat is in dit geval moeilijk aan te voeren omdat alle stroken

meer dan voldoende stikstof hebben. Er is een zwakke relatie tussen % uitval en droge stof gehalte (laag droge stof gehalte geeft hoge uitval) (Tabel 4-3, geen grafiek van getoond) maar het op zich al weer verrassend dat de (relatief) lage N-beschikbaarheid samenvalt met een laag droge stof gehalte. Zo is er ook een zwakke relatie tussen % uitval en N-gehalte (meer uitval bij hoger N-gehalte), en ook hier is het verrassend dat een hoge N-beschikbaarheid leidt tot een laag N-gehalte (Tabel 4-3, geen grafiek van getoond).

In het derde jaar reageert de prei zeer sterk op zowel de dat jaar toegediende mest (Controle versus Vinasse 48 en Vinasse 95) als op de opgebouwde bodemvruchtbaarheid (Vinasse 95 versus GFT + vinasse 95).

Op basis van de controle en de Vinasse 48 en 95 strook is er sprake van 132 kg ( $R^2 = 0.96$ ) meeropbrengst verkoopbare prei per kilo gestrooide mest en is de relatieve stikstof benutting ten opzichte van de controle bij de twee vinasse toepassingen 42% ( $R^2 = 0.99$ ). Dit is een hoog percentage en is niet alleen veroorzaakt door de bemesting van dit jaar maar deels ook door het cumulatieve effect van de toepassing gedurende drie jaar. Deze twee effecten kunnen niet uit elkaar worden gehaald in deze proefopzet. Bij een veronderstelde werkingscoëfficiënt die naar 80% kan gaan (Cuijpers en Hospers-Brands, 2008) is de meerjarige werking van vinasse echter relatief klein en kan een relatieve benutting van 42% als een goede waarde worden beschouwd.

De relatieve stikstofbenutting voor de compost is met 17% uiteraard laag: de compost breekt langzaam af, en de 83 % die niet opgenomen is is niet verloren gegaan.

Het cumulatieve effect van jaarlijkse compost toediening komt goed tot uitdrukking in de metingen van 2010. De relatieve mineralisatie ten opzichte van de controle loopt aanzienlijk sterker op dan bij de vinasse bemestingen (Figuur 4-6). Dat wordt onderbouwd door de bijdrage van de drie compostgiften uit te splitsen binnen de drie jaren zoals in Figuur 4-7.

Over de drie jaar heen bezien zijn er ieder jaar duidelijke verschillen tussen de zes varianten, hetzij in opbrengst hetzij in kwaliteit. De relatie met *beschikbare stikstof* (berekend met NDICEA) is sterker dan die met *gegeven stikstof*, volgens verwachting. Ook wordt aannemelijk gemaakt dat de compostgift een aanzienlijk cumulatief effect heeft, wat bij de andere varianten minder (bedrijfsvariant met veel dunne mest) of niet (vinasse) het geval is. Helaas zijn er in de venkel en de andijvie geen goed vergelijkbare opbrengstbepalingen gedaan waardoor uiteindelijk de vergelijking moeilijk te maken is tussen de onderzochte alternatieve strategieën enerzijds en de bedrijfsstrategie anderzijds. In twee van de drie jaren (Venkel 2008, prei 2010) geven de uitslagen geen signaal dat er bij de hoogste N-beschikbaarheid al een top in de opbrengst bereikt is. Bij andijvie in 2009 waren de verschillen in opbrengst zo gering dat óf de stikstof nergens een belemmering vormde (wat gezien de in NDICEA berekende overmaat waarschijnlijk lijkt) óf er een andere factor doorheen speelde.

Uit de mineralenbalansen komt naar voren dat vinasse en luzerne ieder een redelijke aansluiting vinden bij de gewasafvoer, waarbij luzerne een kali-tekort oplevert en vinasse een fosfaattekort. Beide hebben als nadeel dat er weinig (luzerne) tot niets (vinasse) gebeurt aan de opbouw van bodemvruchtbaarheid door organische stof toevoer. Dat de uitspoeling oploopt bij toenemende N-giften van vinasse of luzerne ligt voor de hand als er geen maatregelen genomen worden om buiten de hoofdteelten de stikstof op te vangen.

De GFT + vinasse 95 N strook heeft een enorm overschot van N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O en ook de uitspoeling is hoog, maar de uitspoeling neemt lang niet evenredig toe met het N-overschot in de balans. Dat komt door het langzaam

vrijkomen van stikstof uit organische stof: in de in-uit balans wordt het 100% meegeteld, in de dynamische berekeningen slechts voor een klein deel.

De Vinasse 95 N, Luzerne 95 N en de bedrijfsstrategie zijn wat betreft afvoer met product zeer vergelijkbaar, maar de balansen zijn wel verschillend. Vinasse kent een fosfaattekort, luzerne laat een kalitekort zien, en het bedrijf geeft een flink overschot voor zowel fosfaat als kali.

Bezien vanuit de mestwetgeving voldoen de compostvariant maar ook de bedrijfsvariant niet aan de toekomstige wetgeving. Dit bedrijf heeft een hoge Pw en mag straks maximaal 50 kg P<sup>2</sup>O<sup>5</sup> toedienen. Bij een afvoer van gemiddeld 30 kg zal de Pw naar verwachting blijven stijgen. Indien gestreefd zou worden naar werkelijk fosfaatevenwicht moet de fosfaataanvoer nog veel verder omlaag.

De visuele bodembeoordeling lijkt een kleine positieve beoordeling voor de compostvariant op te leveren ten opzichte van de andere varianten, maar gezien het beperkte aantal waarnemingen en gezien de heterogeniteit in het veld kan daaraan geen conclusie worden verbonden.



## 6 *Conclusies*

De onderzochte varianten wijken sterk af van de tot nu toe gevolgde bedrijfsstrategie. Vanuit de stikstofdynamiek valt op dat enerzijds er al sprake is van een behoorlijke 'oude kracht': de controle variant deed het in 2008 helemaal niet slecht, en na drie jaar wordt nog steeds de helft geproduceerd van de zwaarst bemeste variant. Anderzijds geeft extra beschikbare stikstof direct respons in totaal opbrengst (2008 en 2010) of verkoopbare opbrengst (2009).

Kortom: de verzorging van de basale bodemvruchtbaarheid behoeft aandacht, maar gewasgerichte (stikstof)bemesting vertaalt zich direct in winst. Het per ongeluk te laat toedienen van de luzernekorrels in 2010 heeft bevestigd dat luzernekorrels tijd nodig hebben om hun stikstofwerking te tonen maar relatief weinig bijdragen aan blijvende bodemvruchtbaarheid. Dit zijn waardevolle conclusies om mee te nemen naar het ontwerp van een nieuwe bemestingsstrategie.

De bedrijfsstrategie voor bemesting die in deze drie jaren is gevolgd moet vanuit het oogpunt van wetgeving de komende jaren aangepast worden. Geen van de onderzochte varianten kan direct als alternatief ingezet worden: de vinasse en luzerne varianten zijn te sterk gericht op stikstofvoorziening van de gewassen en te weinig op bodemvruchtbaarheid op langere termijn, en de compostvariant met vinasse heeft een (veel) te zware bodemverzorgende component. Een combinatie van deze twee gewenste werkingsrichtingen ligt dan ook voor de hand, maar het is de vraag of het daarmee klaar is. Naast deze uit te werken bemestingsstrategie kan nog aan twee andere aspecten gedacht worden: vanggewassen in het najaar om stikstof binnen het systeem te houden, en bedrijfseigen stikstofwinning door leguminosen. Beiden grijpen in op rotatie en bouwplan en kunnen waarschijnlijk alleen uitgevoerd worden als het gehele bedrijf in enige mate extensiveert.





## 7 *Titel hoofdstuk*

[Schrijf hier de tekst]



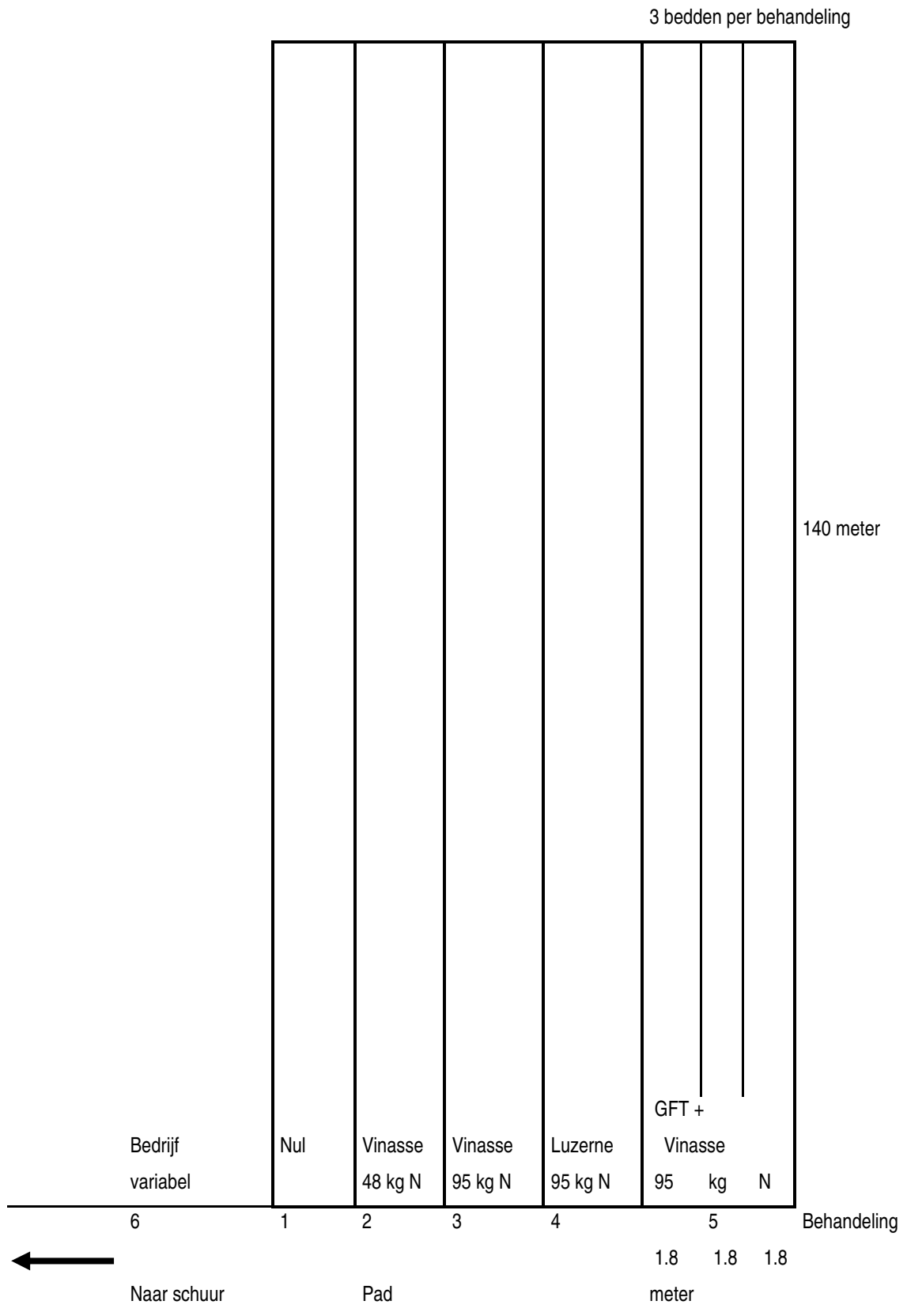
## Literatuur

- Burgt, G.J.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.J.H.M. van der, en Staps, J.J.M. (2008). **Minder en Anders Bemesten. Naar een bedrijfsspecifieke duurzame bemestingsstrategie**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer LD16, 37 pp.
- Burgt, G.J.H.M. van der, Timmermans, B.B.H. en Berg, C. ter (2010). **Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaat akkerbouw op klei. Maaimeststoffen bij aardappel, van Strien 2010**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-023 LbP, 35 pp.
- Burgt, G.J.H.M. van der, Timmermans, B.B.H. en Staps, S. (2010). **Minder en Anders Bemesten. Resultaten van een vierjarig project over innovatief bemesten**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-030 LbP, (in voorbereiding)
- Haagsma, W. (2010). **Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaat akkerbouw/groenteteelt op zand. Lanting 2009-2010**. PPO-Lelystad (in voorbereiding).
- 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 Stien 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)
- Timmermans, B.G.H., Burgt, G.J.H.M. van der, en Berg, C. ter (2010c). **Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaten tuinbouw op klei. Rozendaal, kool 2010**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-027 LbP (in voorbereiding)
- 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.

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



# Bijlage 1: Indeling proefveld



## Bijlage 2: Inhoudsstoffen van de gebruikte meststoffen

		In vers product			eenheid
		2008	2009	2010	
Vinasse	Droge stof	67.7	63.6	20.3	%
	totale stikstof N	20.6	18	6.2	g/kg
	organische N	16.6	16.7	5.7	g/kg
	ammonium N	1.3	0.5	0.4	g/kg
	nitraat N	2.7	0.8	0.1	g/kg
	ureum N	<0.1	0	0	g/kg
	fosfor P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.1	2	< 1	g/kg
	kalium K <sub>2</sub> O	77.6	85.9	22.9	g/kg
	magnesium MgO	< 1	1.1	< 1	g/kg
	calcium CaO	3.9	4.7	< 1	g/kg
	Natrium Na <sub>2</sub> O	19.3	10	5	g/kg
	OS	-	430	142	%
	C/N quotient				-
GFT Compost	Droge stof	68.6	67.6	86.9	%
	totale stikstof N	9.6	12.7	10	g/kg
	organische N	8.7	11.9	8.7	g/kg
	ammonium N	0.9	0.3	1.2	g/kg
	nitraat N	< 0.1	0.5	<0.1	g/kg
	ureum N	< 0.1	0	0	g/kg
	fosfor P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7.8	10.4	9.2	g/kg
	kalium K <sub>2</sub> O	5.9	6.8	4.8	g/kg
	magnesium MgO	2.1	2.8	2.8	g/kg
	calcium CaO	23.3	20.8	14.1	g/kg
	Natrium Na <sub>2</sub> O	2.6	2.9	2.3	g/kg
	OS	-	248	291	%
	C/N quotient				-

		In vers product			
		2008	2009	2010	eenheid
Luzerne	Droge stof	89.8	89.9	92.6	%
	totale stikstof N	30.5	31	32.3	g/kg
	organische N	29.4	30.4	31.9	g/kg
	ammonium N	0.4	0.2	0.2	g/kg
	nitraat N	0.7	0.4	0.2	g/kg
	ureum N	< 0.1	0	0	g/kg
	fosfor P2O5	8.4	10.1	11.2	g/kg
	kalium K2O	31.5	30.7	31.7	g/kg
	magnesium MgO	2.2	2	2.2	g/kg
	calcium CaO	26.2	28.1	25.6	g/kg
	Natrium Na2O	1.3	1.2	1.2	g/kg
	OS	-	764	797	%
	C/N quotient				-

## Bijlage 3: N-mineraal metingen

Uitslagen in kg nitraat per hectare.

<b>2008</b>	<b>Behandeling</b>	<b>diepte</b>	<b>8-04-08</b>	<b>11-06-08</b>	<b>23-07-08</b>	<b>12-11-09</b>
1	Controle	0-30	18	47	12	12
2	Vinasse 48	0-30	18	92	17	20
3	Vinasse 95	0-30	20	91	23	22
4	Luzerne 95	0-30	14	52	15	27
5	GFT + Vinasse 95	0-30	14	69	17	36
1	Controle	30-60	18		12	12
2	Vinasse 48	30-60	21		8	8
3	Vinasse 95	30-60	22		10	20
4	Luzerne 95	30-60	15		0	22
5	GFT + Vinasse 95	30-60	12		12	36

<b>2009</b>	<b>Behandeling</b>	<b>diepte</b>	<b>13-03-09</b>	<b>8-07-09</b>	<b>7-08-09</b>	<b>5-11-09</b>
1	Controle	0-30	45	61	24	12
2	Vinasse 48	0-30	40	106	51	9
3	Vinasse 95	0-30	48	118	93	7
4	Luzerne 95	0-30	29	109	39	16
5	GFT + Vinasse 95	0-30	29	159	37	12
6	Bedrijf	0-30	32	77	29	14
1	Controle	30-60	48		34	51
2	Vinasse 48	30-60	40		44	41
3	Vinasse 95	30-60	45		71	46
4	Luzerne 95	30-60	43		61	44
5	GFT + Vinasse 95	30-60	29		73	30
6	Bedrijf	30-60	37		61	16



<b>2010</b>	<b>Behandeling</b>	<b>diepte</b>	<b>25-03-10</b>	<b>3-06-10</b>	<b>9-07-10</b>	<b>8-09-10</b>	<b>21-10-10</b>
1	Controle	0-30	4	32	53	6	5
2	Vinasse 48	0-30	4	43	71	13	9
3	Vinasse 95	0-30	7	41	84	15	17
4	Luzerne 95	0-30	13	48	90	6	15
5	GFT + Vinasse 95	0-30	22	53	259	40	26
6	Bedrijf	0-30	7	88	100	10	17
1	Controle	30-60	11				7
2	Vinasse 48	30-60	8				11
3	Vinasse 95	30-60	11				11
4	Luzerne 95	30-60	14				7
5	Compost + Vinasse 95	30-60	24				24
6	Bedrijf	30-60	18				15

## Bijlage 4: Productanalyses.

Knolvenkel, 2008

<b>Bemesting</b>		<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Na</b>
		<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>
1	Controle, 0 N	12.39	2.14	67.95	2.54	0.37	1.57
2	vinasse 48 kg N	17.20	3.83	76.85	3.66	1.09	2.07
3	vinasse 95 kg N	17.28	3.13	72.28	2.57	0.60	1.53
4	luzerne 95 kg N	13.67	3.05	71.36	3.26	0.69	1.84
5	GFT+ vin. 95 kg N	17.35	3.53	79.48	3.38	1.13	2.14

		<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>B</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Mo</b>
		<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>
1	Controle, 0 N	80	2.4	20.7	<0.1	<0.1	<0.1
2	vinasse 48 kg N	38.7	4.5	25.1	10.7	<0.1	<0.1
3	vinasse 95 kg N	40.7	3.5	21.6	4.6	<0.1	<0.1
4	luzerne 95 kg N	48.4	3.5	22.3	5.4	<0.1	<0.1
5	GFT+ vin. 95 kg N	45.3	8.2	22.5	14.4	<0.1	<0.1

Andijvie, 2009

<b>Bemesting</b>		<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Na</b>
		<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>
1	Controle 0 N	29.5	3.32	77.43	6.70	1.72	4.63
2	Vinasse, 48 kg N	29.7	3.15	66.14	5.09	1.36	2.73
3	Vinasse, 95 kg N	27.3	2.68	66.27	5.85	1.58	3.52
4	Luzerne, 95 kg N	29.6	2.63	66.75	6.07	1.58	3.95
5	GFT + vin. 95 kg N	26.5	3.02	62.79	5.51	1.49	4.06

		<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>B</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Mo</b>
		<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>
1	Controle 0 N	174.7	22.3	29,0	73.8	6.8	1.9
2	Vinasse, 48 kg N	156.3	23,0	24.8	75.2	4.7	<0.1
3	Vinasse, 95 kg N	191.7	26.3	23.6	83.3	3,0	0.6
4	Luzerne, 95 kg N	165.8	25.1	24.8	76.6	5,0	0.6
5	GFT + vin. 95 kg N	185.6	26.2	23.3	65.1	2.3	0.4

Prei, 2010, verkoopbaar product

		<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Na</b>
	<b>Bemesting</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>
1	Controle 0 N	12.38	2.67	23.89	2.74	1.22	0.27
2	Vinasse, 48 kg N	16.94	2.52	27.98	2.50	1.15	0.40
3	Vinasse, 95 kg N	17.24	2.49	25.62	2.07	0.99	0.40
4	Luzerne, 95 kg N	19.24	1.51	26.21	2.23	0.65	0.32
5	GFT + vin. 95 kg N	28.04	3.77	34.2	3.34	1.32	0.47
6		21.04	3.29	31.99	2.42	1.43	0.42

		<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>B</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Mo</b>
		<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>
1	Controle 0 N	39.6	9.2	15.0	22.2	nd	<
2	Vinasse, 48 kg N	31.4	9.5	15.2	19.6	nd	<
3	Vinasse, 95 kg N	41.6	11.6	12.6	22.5	nd	<
4	Luzerne, 95 kg N	27.9	8.3	11.1	8.6	nd	<
5	GFT + vin. 95 kg N	56.5	13.4	17.0	25.0	nd	1.3
6		45.1	17.8	16.0	28.5	nd	<

Prei, 2010, bladresten

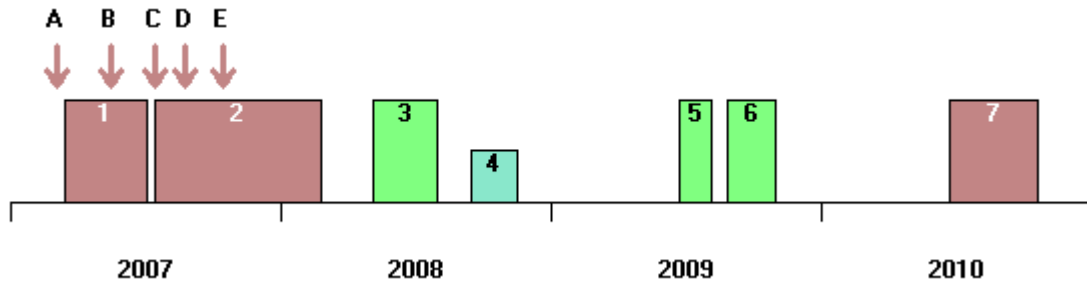
		<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Na</b>
	<b>Bemesting</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>
1	Controle 0 N	21.84	3.50	25.35	17.87	4.21	0.37
2	Vinasse, 48 kg N	28.77	3.39	30.14	14.4	3.69	0.71
3	Vinasse, 95 kg N	29.07	3.27	28.85	14.79	3.65	0.59
4	Luzerne, 95 kg N	28.21	2.99	27.09	16.1	3.42	0.42
5	GFT + vin. 95 kg N	34.96	3.40	29.97	12.4	2.43	0.55
6		31.41	3.78	29.91	12.83	3.52	0.43

		<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>B</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Mo</b>
		<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>
1	Controle 0 N	92.0	84.3	29.4	20.1	3.2	1.7
2	Vinasse, 48 kg N	122.3	83.1	24.8	24.0	4.0	3.3
3	Vinasse, 95 kg N	123.3	113.7	29.5	22.1	3.6	2.7
4	Luzerne, 95 kg N	155.4	112.5	29.3	20.0	3.7	1.7
5	GFT + vin. 95 kg N	145.0	91.4	22.7	21.4	3.0	3.5
6		87.0	81.9	22.3	27.0	3.6	3.2

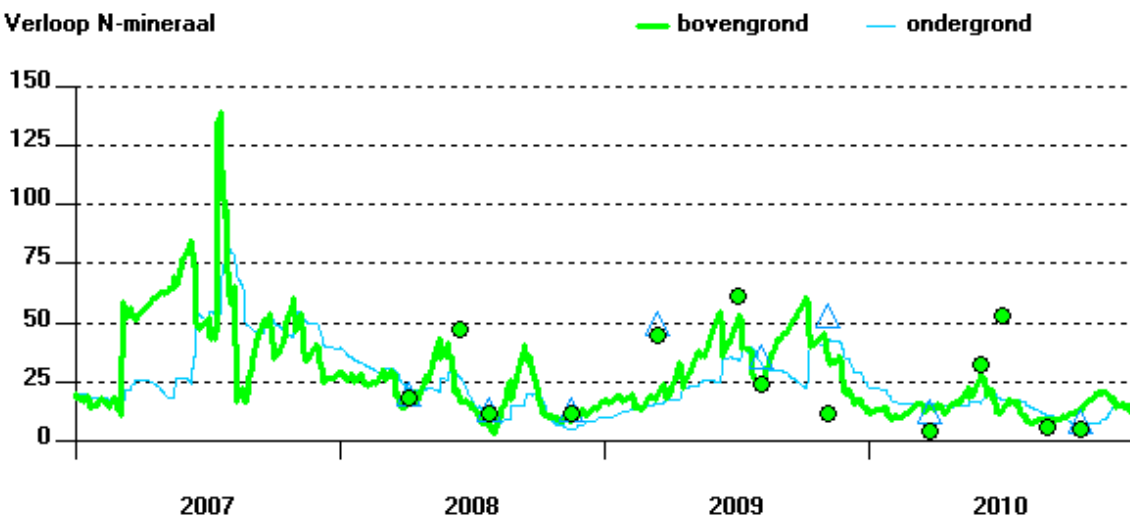
## Bijlage 5: NDICEA grafieken van alle varianten

### 1. Controle

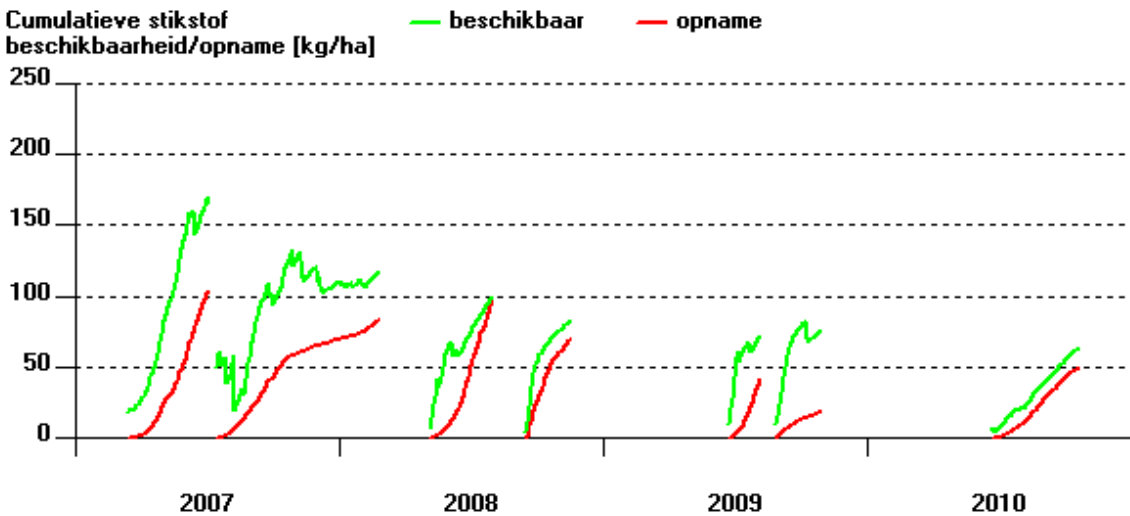


Opeenvolgende gewassen en bemestingen van de controlestrook. 1 = zomerprei ; 2 = winterprei ; 3 = knolvenkel ; 4 = bladrammenas ; 5 = andijvie ; 6 = andijvie ; 7 = herfstprei. A = 20 ton/ha rundvee drijfmest ; B = 750 kg/ha verenmeel ; C = 20 ton vleesvarkens drijfmest ; D en E = 500 kg/ha verenmeel.

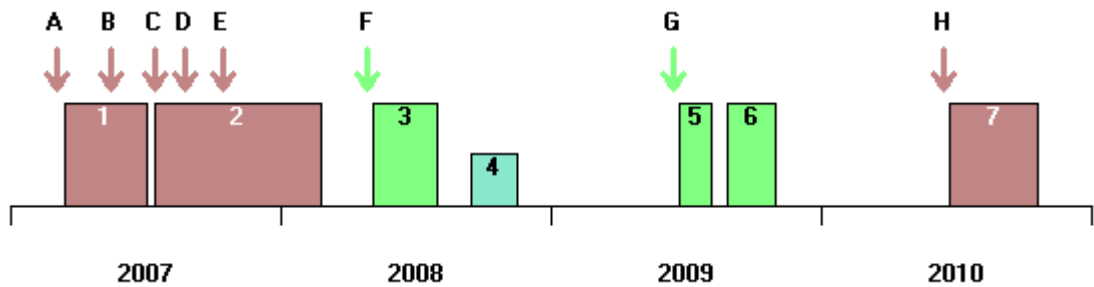
Verloop N-mineraal



Cumulatieve stikstof beschikbaarheid/opname [kg/ha]

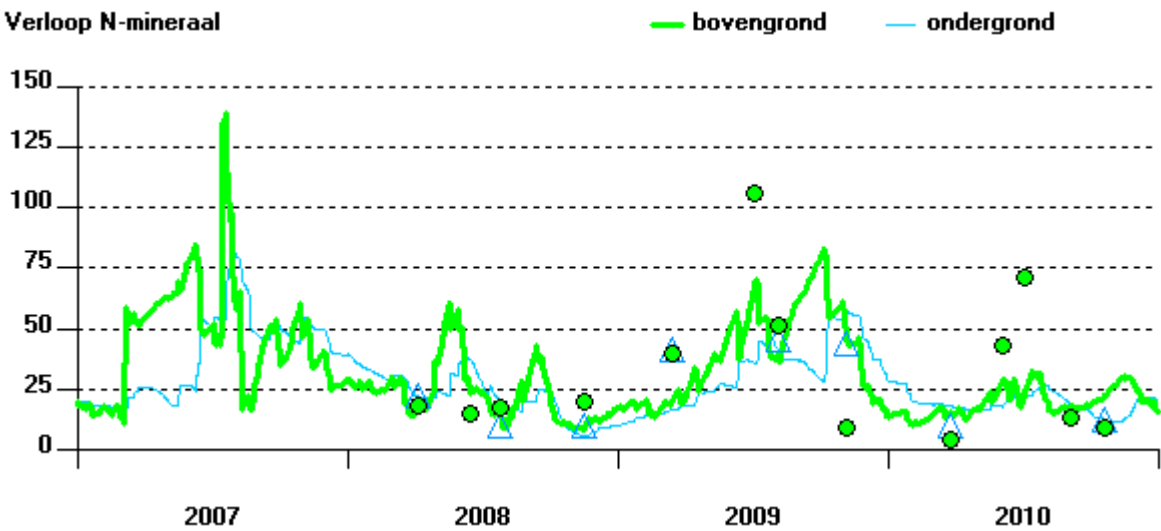


## 2. Vinasse 48 kg N

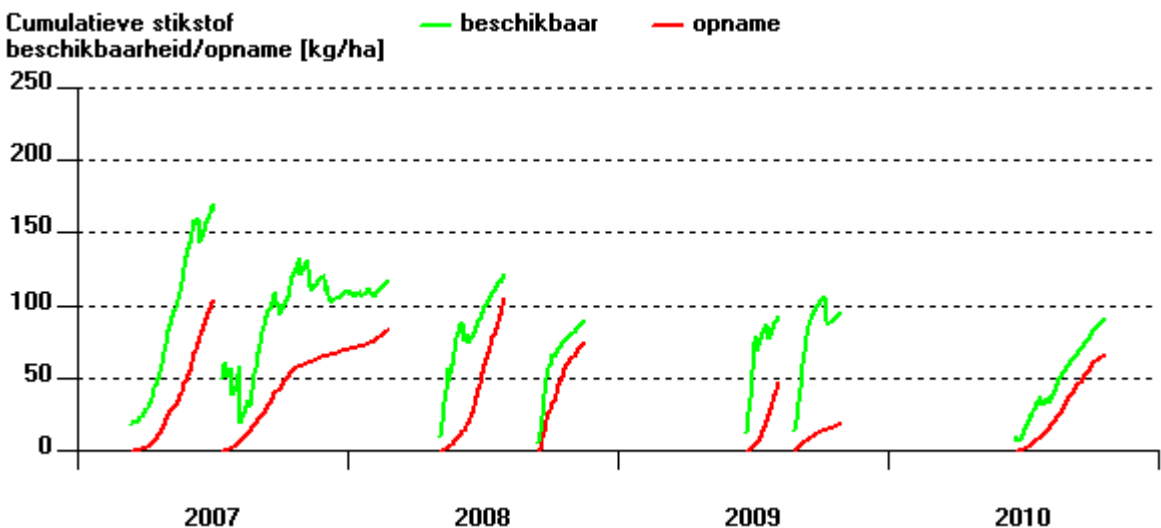


Opeenvolgende gewassen en bemestingen van de bemeste stroken. 1 = zomerprei ; 2 = winterprei ; 3 = knolvenkel ; 4 = bladrammenas ; 5 = andijvie ; 6 = herfstprei. A = 20 ton/ha rundvee drijfmest ; B = 750 kg/ha verenmeel ; C = 20 ton vleesvarkens drijfmest ; D en E = 500 kg/ha verenmeel. F, G en H: Vinasse 48 kg N/ha

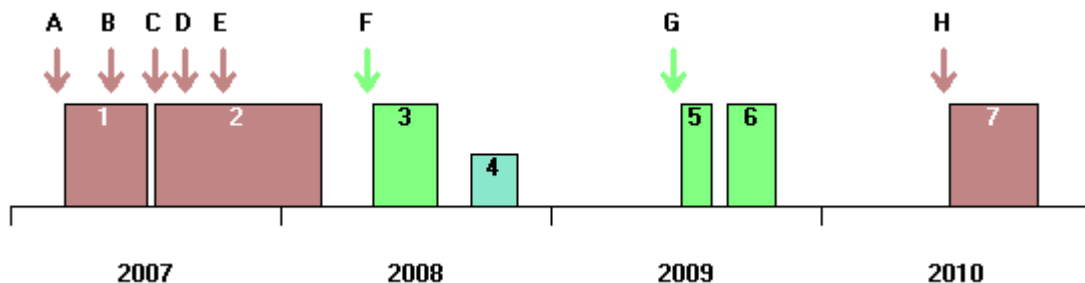
Verloop N-mineraal



Cumulatieve stikstof beschikbaar/opname [kg/ha]

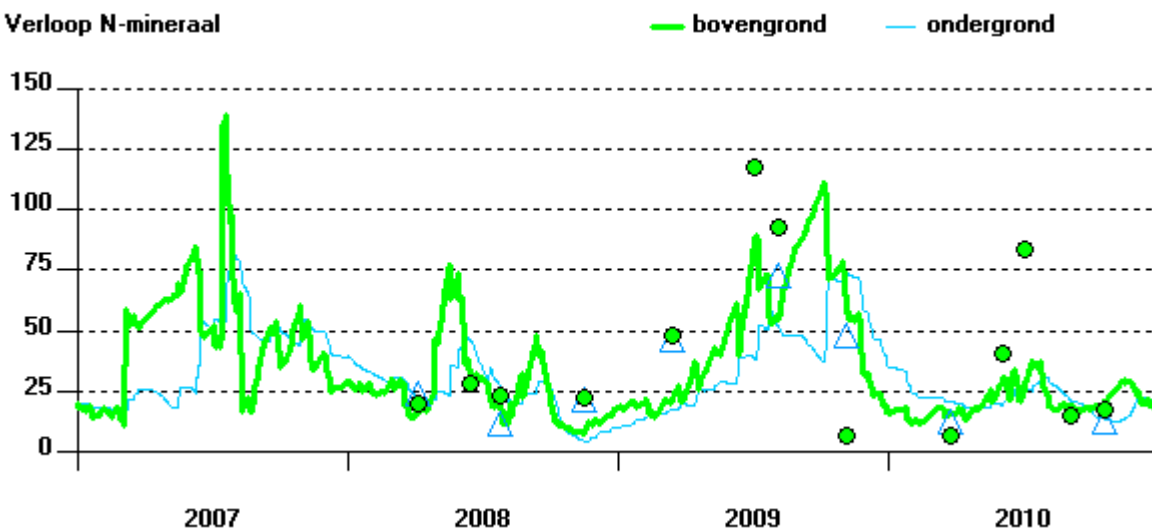


### 3. Vinasse 95 kg N

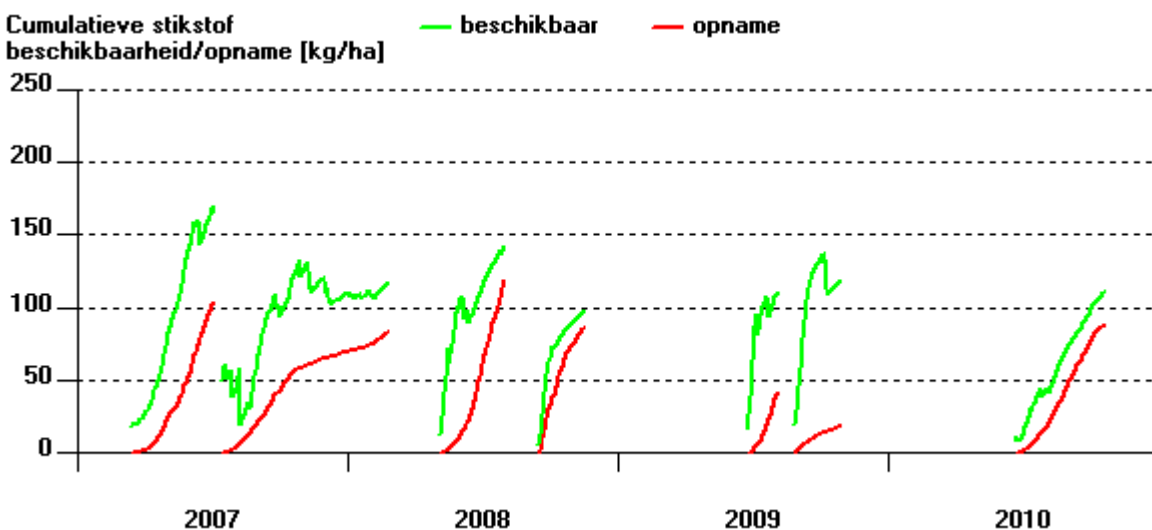


Opeenvolgende gewassen en bemestingen van de bemeste stroken. 1 = zomerprei ; 2 = winterprei ; 3 = knolvenkel ; 4 = bladrammenas ; 5 = andijvie ; 6 = herfstprei. A = 20 ton/ha rundvee drijfmest ; B = 750 kg/ha verenmeel ; C = 20 ton vleesvarkens drijfmest ; D en E = 500 kg/ha verenmeel. F, G en H: Vinasse 95 kg N/ha

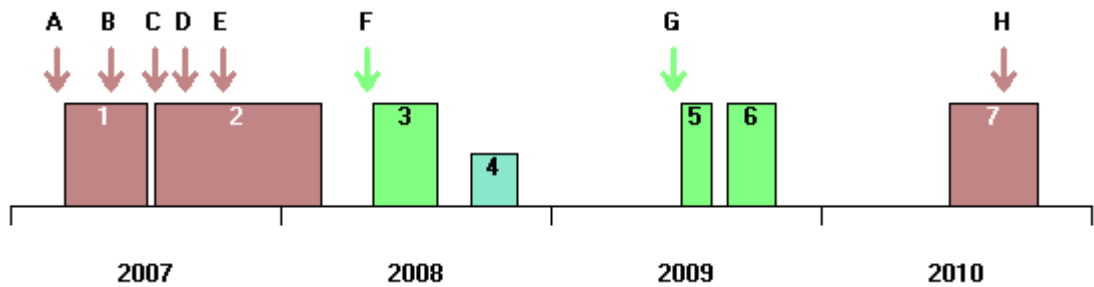
Verloop N-mineraal



Cumulatieve stikstof beschikbaarheid/opname [kg/ha]

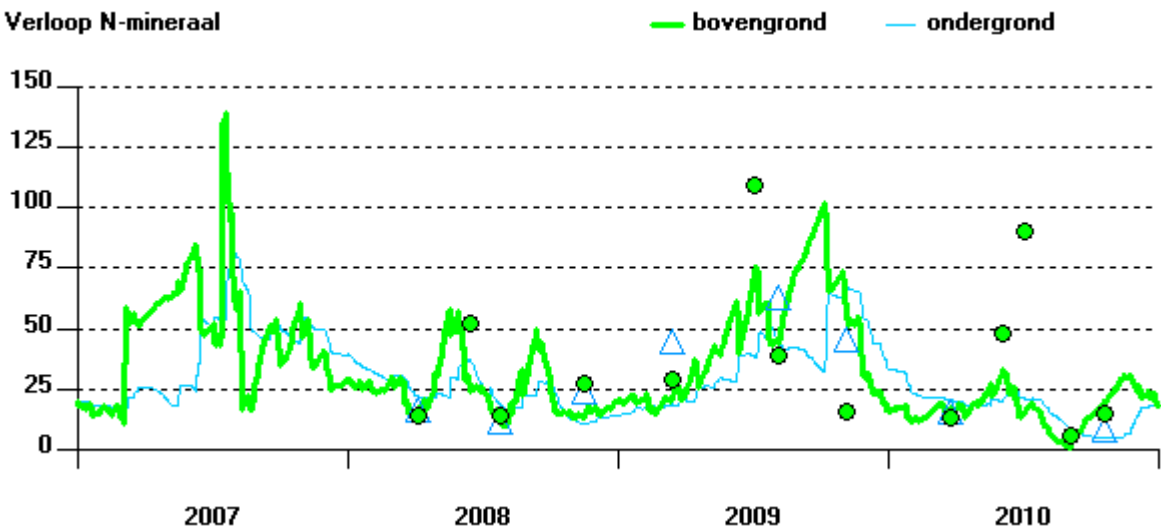


#### 4. Luzerne 95 kg N

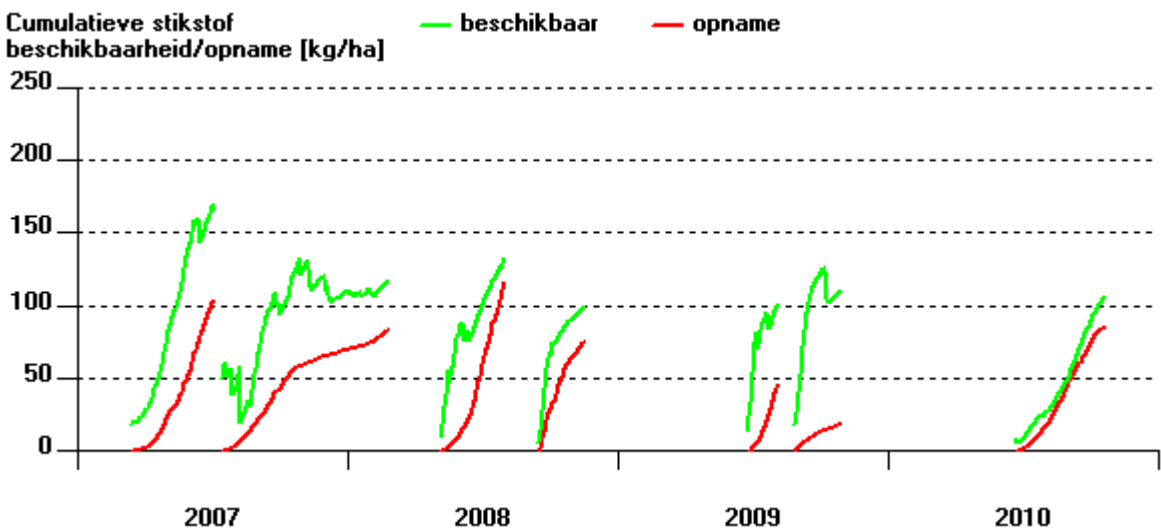


Opeenvolgende gewassen en bemestingen van de bemeste stroken. 1 = zomerprei ; 2 = winterprei ; 3 = knolvenkel ; 4 = bladrammenas ; 5 = andijvie ; 6 = herfstprei. A = 20 ton/ha rundvee drijfmest ; B = 750 kg/ha verenmeel ; C = 20 ton vleesvarkens drijfmest ; D en E = 500 kg/ha verenmeel. F, G en H: Luzernekorrels 95 kg N/ha

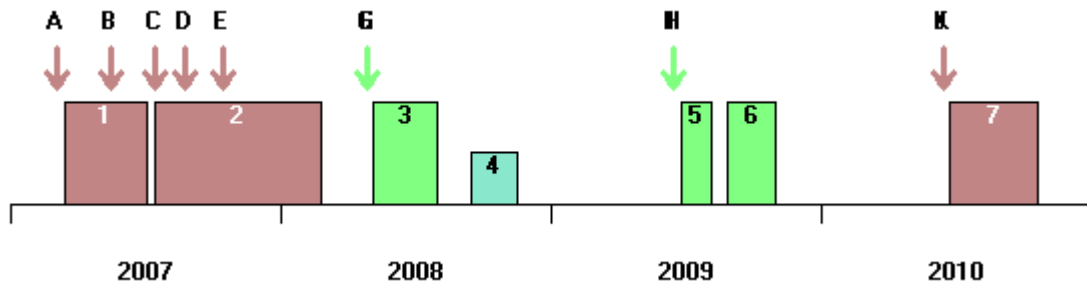
Verloop N-mineraal



Cumulatieve stikstof beschikbaar/opname [kg/ha]

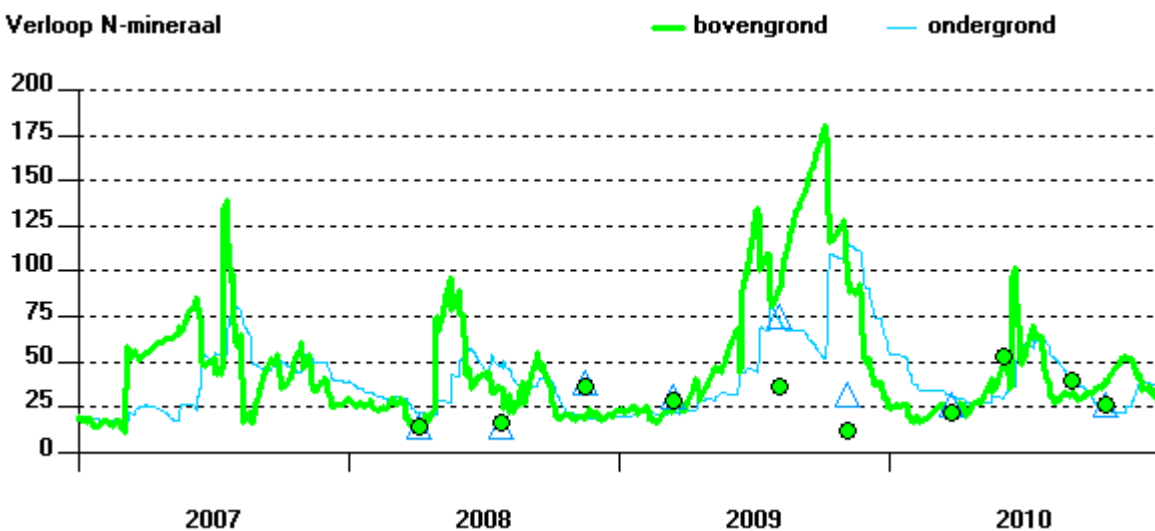


### 5. GFT compost 46 ton + vinasse 95 kg N (totaal 590 kg N)

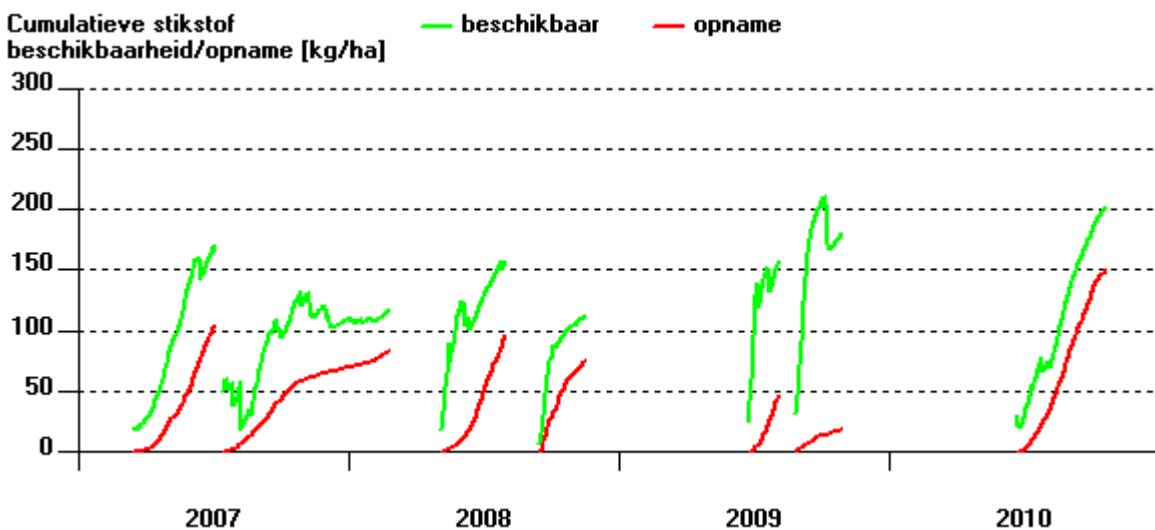


Opeenvolgende gewassen en bemestingen van de bemeste stroken. 1 = zomerprei ; 2 = winterprei ; 3 = knolvenkel ; 4 = bladrammenas ; 5 = andijvie ; 6 = herfstprei. A = 20 ton/ha rundvee drijfmest ; B = 750 kg/ha verenmeel ; C = 20 ton vleesvarkens drijfmest ; D en E = 500 kg/ha verenmeel ; FenG , H en I , J en K: GFT compost 46 ton + vinasse 95 kg N/ha

Verloop N-mineraal

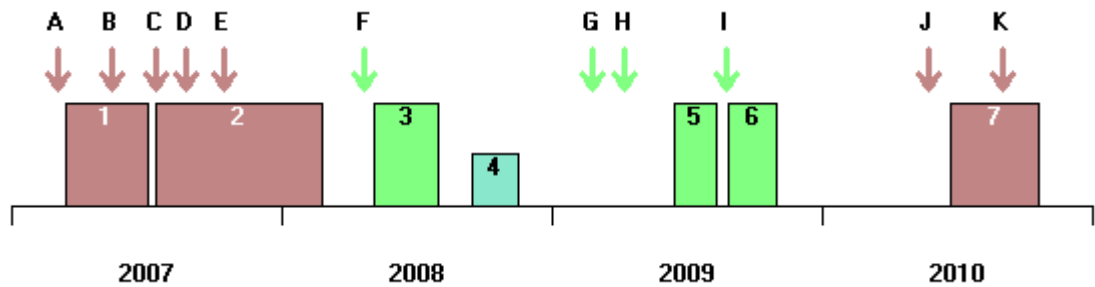


Cumulatieve stikstof beschikbaar/opname [kg/ha]



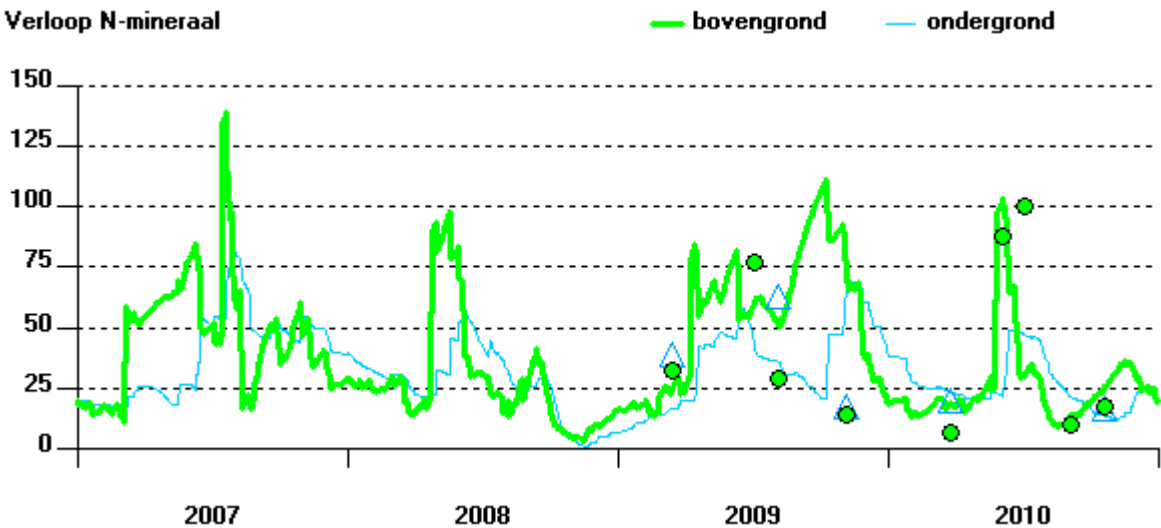


## 6. Bedrijf (per jaar wisselende hoeveelheid N)

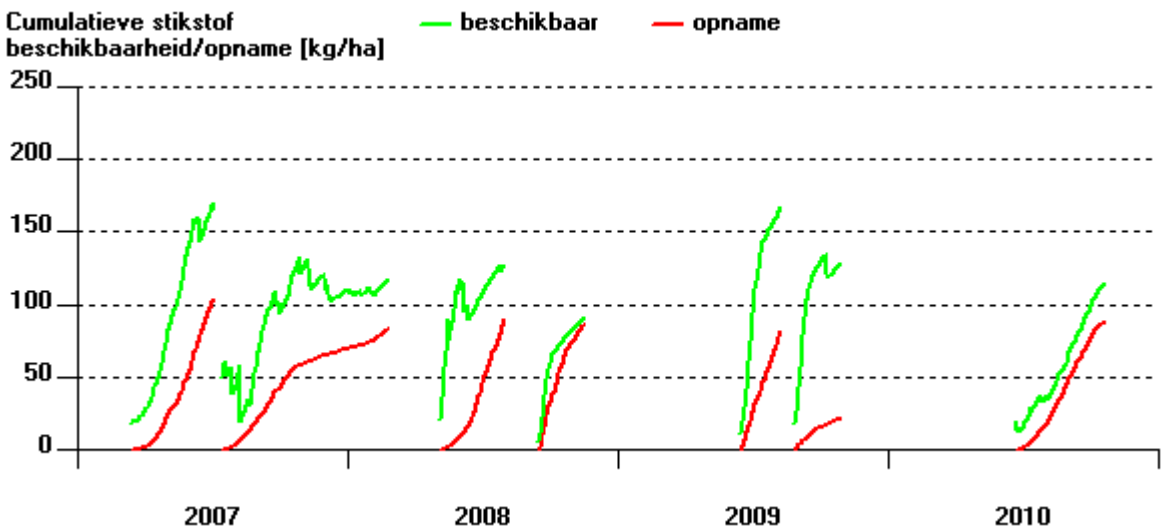


Opeenvolgende gewassen en bemestingen van de bemeste stroken. 1 = zomerprei ; 2 = winterprei ; 3 = knolvenkel ; 4 = bladrammenas ; 5 = andijvie ; 6 = herfstprei. A = 20 ton/ha rundvee drijfmest ; B = 750 kg/ha verenmeel ; C = 20 ton vleesvarkens drijfmest ; D en E = 500 kg/ha verenmeel ; F = 30 ton rundvee drijfmest ; G = 10 ton rundvee vaste mest ; H = 20 tond rundvee drijfmest ; I = 1,5 ton vinasse ; J = 35 ton rundvee drijfmest ; K = 4 ton vinasse.

Verloop N-mineraal



Cumulatieve stikstof beschikbaarheid/opname [kg/ha]



## Bijlage 6: Mineralenbalansen 2008-2010

<b>1 Controle 0 N</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>	<b>2 Vinasse 48 N</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>
Aanvoer mest	0	0	0	Aanvoer mest	48	6	192
Depositie	50	3	8	Depositie	50	3	8
Totaal aanvoer	50	3	8	Totaal aanvoer	98	9	200
Afvoer met producten	40	25	150	Afvoer met producten	48	26	156
Overschot	10	-22	-142	Overschot	50	-17	44
Uitspoeling	133			Uitspoeling	160		

<b>3 Vinasse 95 N</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>	<b>4 Luzerne 95 N</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>
Aanvoer mest	95	11	375	Aanvoer mest	96	29	96
Depositie	50	3	8	Depositie	50	3	8
Totaal aanvoer	145	14	383	Totaal aanvoer	146	32	104
Afvoer met producten	56	30	177	Afvoer met producten	55	29	177
Overschot	89	-16	206	Overschot	91	3	-73
Uitspoeling	183			Uitspoeling	172		

<b>5 GFT + Vinasse 95 N</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>	<b>6 Bedrijf 2008-2010</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>
Aanvoer mest	571	432	563	Aanvoer mest	164	68	409
Depositie	50	3	8	Depositie	50	3	8
Totaal aanvoer	621	435	571	Totaal aanvoer	214	71	417
Afvoer met producten	77	30	184	Afvoer met producten	57	30	177
Overschot	544	405	387	Overschot	157	41	240
Uitspoeling	269			Uitspoeling	192		

## Bijlage 7: Bodembeoordeling 2009 en 2010

		2009			2010		
		0-6 cm	6-30 cm	30-50 cm	0-25 cm	25-35 cm	35-65 cm
Controle 0 N	Kruimel	90			90	10	
	Afrgerond	10	25	10	10	30	10
	Scherp		75	90		60	90
	Beworteling				4	2	0.5
Vinasse 48 N	Kruimel	70			90	10	
	Afrgerond	30	10	5	10	80	40
	Scherp		90	95		10	60
	Beworteling				5	3	0.5
Vinasse 95 N	Kruimel	90			90	10	
	Afrgerond	10	20	10	10	40	10
	Scherp		80	90		50	90
	Beworteling				4	3	1
Luzerne 95 N	Kruimel	90			95	10	
	Afrgerond	10	20	10	5	80	70
	Scherp		80	90		10	30
	Beworteling				4	4	3
GFT + Vinasse 95 N	Kruimel	90	20		95	10	
	Afrgerond	10	40	30	5	70	20
	Scherp		40	70		20	80
	Beworteling				5	4	2
Bedrijf	Kruimel				95		
	Afrgerond				5	20	10
	Scherp					80	90
	Beworteling				4	3	0.5