



## ***Minder en Anders Bemesten***

*Onderzoeksresultaat akkerbouw  
op klei.*

*Maaimeststoffen bij aardappel,  
Van Strien 2010*

*Geert-Jan van der Burgt,  
Bart Timmermans, Coen ter Berg*





In Nederland vindt het meeste onderzoek voor biologische landbouw en voeding plaats in voornamelijk door het ministerie van LNV gefinancierde onderzoeksprogramma's. Aansturing hiervan gebeurt door Bioconnect, het kennisnetwerk voor de Biologische Landbouw en Voeding in Nederland ([www.bioconnect.nl](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  
Luzerne als meststof. Onderzoeksresultaat Van Strien 2010. Geert-Jan van der Burgt, Bart Timmermans, Coen ter Berg, 35 pagina's. Zoekwoorden: aardappel, luzerne, maaimeststof, stikstof. Dit rapport kan uitsluitend gedownload worden vanaf [www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl) en [www.biokennis.nl](http://www.biokennis.nl).

Publicatienummer 2010-023 LbP



## *Voorwoord*

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



# *Inhoud*

Voorwoord	5
Inhoud	7
Samenvatting	9
Summary	11
1 Inleiding	13
2 Werkwijze	15
3 Resultaten	17
4 Discussie en conclusie	23
Literatuur	25
Bijlage 1: Overzicht proefveld	27
Bijlage 2: Metingen bodem-N	29
Bijlage 3: Visuele gewasbeoordeling	31
Bijlage 4: Oogstgegevens	33
Bijlage 5: Verloop minerale stikstof in de bodem	35





## Samenvatting

Op een zavelgrond is een bemestingsexperiment aangelegd in een aardappelgewas in vier herhalingen. Naast de controle is gebruik gemaakt van luzerne vers gesneden, luzerne kuil eerder toegediend, luzerne kuil later toegediend, kippenmest en een mengsel van rundvee dunne mest met vinasse.

De opbrengst van de controle veldjes lagen significant lager dan die van de bemeste velden. Binnen de verschillende bemestingen waren wel verschillen, maar niet statistisch significant. Ook bij andere kenmerken (droge stof gehalte, N-inhoud) was de controle significant afwijkend, en was er een parallel tussen opbrengst, droge stof gehalte en N-inhoud: hoe hoger de opbrengst, hoe hoger de N-concentratie en hoe lager het droge stof gehalte. De ziektedruk (Phytophthora, Rhizoctonia, Schurft) was erg laag en de gemeten verschillen waren slechts incidenteel significant. De mineralenbalans op veldniveau was het gunstigst voor het mengsel dunne mest / vinasse met een lager P-overschot en een licht K-overschot terwijl alle andere varianten een groter P-overschot en een flink K-tekort vertoonden. Indien puur dunne mest zou zijn gebruikt zou het onderscheid met de luzernes echter grotendeels wegvallen.

De stikstofmineralisatie was in het vroege voorjaar (begin april) bij luzerne kuil voldoende snel om binnen drie weken circa 35 kg meer N te leveren dan de controle

De stikstofefficiëntie bij gebruik van luzerne is vergelijkbaar met die van de dunne mest / vinasse. De organische stof balans valt zeker niet ongunstiger en misschien gunstiger uit. Daar zou wel meer over te zeggen zijn op basis van literatuur en beschikbaar cijfermateriaal.

Geconcludeerd wordt dat de luzerne een volwaardig alternatief is voor dierlijke mest, en dat luzerne kuil enkele voordelen biedt ten opzichte van verse luzerne maar wel extra handelingen en kosten met zich meebrengt.



## Summary

On a silty soil an experiment is laid down concerning different types of organic fertilizers in a potato crop. The treatments were no application, freshly cut alfalfa, alfalfa silage early application, alfalfa silage late application, poultry manure and a mixture of cattle slurry with vinasse.

The yield on the control plots was significantly lower than on the plots with fertilizer. Within the fertilizer treatments there were differences, but not statistically significant. Other properties as dry matter content and nitrogen content showed the same pattern, control being significantly different. There was a parallel between yield, dry matter content and N-content: a higher yield coincides with higher N-content and lower dry matter content. The incidence of crop diseases (Phytophthora, Rhizoctonia, Scrab) was low, and measured differences were only incidentally significant. The mineral balance at field level was most optimal for the mixture of slurry and vinasse, giving a lower P-surplus and a small K surplus, with all the other fertilizers resulting in a higher P-surplus and a substantial K-shortage. In case of a pure slurry application (no use of vinasse containing little P and much K) the differences with the alfalfa application would diminish substantially.

Nitrogen mineralization in April out of the alfalfa silage was fast, resulting in 35 kg ha<sup>-1</sup> N additional to control.

The nitrogen use efficiency in case of alfalfa is comparable with that of the slurry / vinasse mixture. The soil organic matter balance is surely not negative compared to slurry / vinasse, and may be positive. This could be assessed, using literature and available data.

It is concluded that alfalfa is a serious alternative for manure, and it is concluded that alfalfa silage offers some advantages compared to alfalfa freshly cut, but it brings extra handling and costs.



# 1 Inleiding

De biologische landbouw presenteert zich als een duurzame vorm van landbouw die zichzelf voortdurend wil blijven verbeteren. Onder andere op het gebied van bemesting en daaraan gekoppeld de balans van aanvoer en afvoer van mineralen zijn verbeteringen mogelijk en wenselijk. In het kader van het door het ministerie van LNV gefinancierde onderzoeksprogramma biologische landbouw is daarom binnen het label Bodem Als Basis het project Minder en Anders Bemesten uitgevoerd (2007 – 2010).

Gedurende drie jaren heeft het Louis Bolk Instituut veldexperimenten uitgevoerd op het bedrijf van Joost van Strien in Ens, Noordoostpolder. Voorliggend rapport beschrijft het onderzoek op dit bedrijf in 2010: een aardappel veldproef waarbij enkele maaimeststoffen worden vergeleken met dierlijke meststoffen

Stikstof is een belangrijke plantvoedingsstof die sterk opbrengstbepalend kan zijn als er onvoldoende van beschikbaar is of als het niet op het juiste moment beschikbaar is. Tegelijkertijd kan een overschot aan stikstof negatieve effecten hebben op de kwaliteit van gewas, bodem en water. Daarnaast speelt dat binnen de biologische sector toegewerkt wordt naar een groter aandeel stikstof uit biologisch geproduceerde mest. Dit zal resulteren in een grotere vraag naar biologische mest, met mogelijk hogere prijzen tot gevolg. Hier komt de vraag uit voort hoe hier als akkerbouwer het beste mee om te gaan: hoe de stikstof-efficiëntie nog meer te vergroten en welke meststoffen überhaupt te kiezen bij een bepaald gewas en in een bepaalde vruchtwisseling. Ook ligt er nog de vraag in hoeverre dierlijke mest noodzakelijk is voor een biologisch akkerbouwbedrijf, of dat (ook) met andere middelen zowel de productie als de bodemvruchtbaarheid in stand kan worden gehouden. Al deze aspecten tezamen hebben er in geresulteerd dat op het bedrijf van Van Strien de mogelijkheden voor het gebruik van luzerne als maaimeststof zijn onderzocht. Luzerne is een vlinderbloemige, die door symbiose met rhizobium stikstof uit de lucht bindt. Zonder zelf bemest te worden kan luzerne garant staan voor een redelijk constante stikstof-inhoud in organische vorm (eiwitten). Luzerne kan door (biologische) boeren zelf verbouwd worden en kan vers, na inkuilen of gedroogd en in korrel vorm gebruikt worden. Hierdoor lijkt inzet van luzerne als maaimeststof een van de mogelijkheden om, in het geval van dure en schaarse dierlijke mest, toch voldoende stikstofbemesting te verkrijgen.

De twee voorgaande onderzoeksjaren is deze bemestingsproef uitgevoerd in de tweede teelt van spinazie (Scholberg et al, 2010). De resultaten van dit onderzoek zijn in de voorgaande jaren gedemonstreerd aan een groep biologische telers en onderzoekers en geëvalueerd met de ondernemer J. van Strien. Met de opbouwende kritiek uit de praktijk is in 2010 de proef aangepast. De belangrijkste vragen uit de voorgaande resultaten waren: hoe gedragen de maaimeststoffen zich bij toediening in het voorjaar? Kunnen we in het voorjaar ook rekenen op voldoende mineralisatie uit deze meststoffen? Hierbij is gekozen voor het gewas aardappelen omdat in de biologische aardappelteelt het teeltseizoen kort is vanwege de Phytophthora, waardoor de vroege stikstofbeschikbaarheid sterk bepalend is voor de opbrengst.

*Samenvattend is de onderzoeksvraag voor 2010: heeft luzerne, als vers gemaaid product of als geconserveerd product in het voorjaar toegevend, een vergelijkbare werking op de gewasgroei als dierlijke mest, en hoe is het dan gesteld met de verhouding tussen aangevoerde en afgevoerde mineralen en de organische stof balans?*



## 2 Werkwijze

Voorjaar 2010 is een veldproef aangelegd in een aardappelveld, ras Ditta (middelvroeg, goede loofresistentie tegen Phytophthora, matige knolresistentie). Het betreft een zeer lichte zavelgrond met 2,3% organische stof. De voorvrucht was een dubbelteelt spinazie. Er lagen zes varianten in bemesting (zie Tabel 2-1): Luzerne kuil vroeg toegediend (bij het poten), luzerne kuil laat toegediend (bij de rugopbouw), verse luzerne, kippenmest, een mengsel van rundvee dunne mest en vinasse, en een controle zonder bemesting. Het mengsel van rundvee drijfmest met vinasse was de standaard voor het bedrijf. De plots waren 15 x 3 = 45 m<sup>2</sup> (3 meter breed is vier ruggen breed), met uitzondering van de drijfmest/vinasse random geward binnen 4 blokken, in totaal 6 x 4 = 24 plots. Vanwege machinale toediening van het drijfmest/vinasse mengsel lagen deze plots alle vier aan de rand, twee aan elke zijde. Een overzicht van het proefveld staat in bijlage 1. Er is gestreefd naar een gift van 150 kg N ha<sup>-1</sup> minus bodemvoorraad. Begin april is 25 kg N-mineraal ha<sup>-1</sup> gemeten in 0-30 cm, en er is naar gestreefd om 125 kg N-totaal ha<sup>-1</sup> toe te dienen met de bemestingsbehandelingen. De vers toe te dienen luzerne is een week voor de bemestingsdatum bemonsterd, en op basis daarvan is de te geven hoeveelheid berekend. Op het moment van bemesting is nogmaals bemonsterd, en de stikstofconcentratie in de luzerne bleek in die week niet gewijzigd. De verwachte samenstelling van de runvee drijfmest met vinasse is berekend uit de een week tevoren gemeten inhoud van beide meststoffen en de mengverhouding. Op basis hiervan is de hoeveelheid toe te dienen drijfmest/vinasse berekend, maar dit bleek na analyse te hoog te zijn ingeschat. Daardoor is met dit mengsel uiteindelijk maar 93 kg stikstof toegediend (Tabel 2-1). Tijdens de uitvoering van de veldproef hebben zich verdere geen belangrijke problemen voorgedaan.

Tabel 2-1 Eigenschappen van toegediende mestsoorten

Mestsoort	Code	DS kg/t	OS kg/t	N-Tot kg/t	Nmin kg/t	P2O5 kg/t	K2O kg/t	N-gift kg/ha
Controle	Ctr	0	0	0	0	0	0	0
Luzerne vers	LZV	183	153	7,5	0,3	4,1	5,8	125
Luzerne kuil vroeg toegediend	LZK vroeg	491	438	15,2	2,6	6,2	15,5	125
Luzerne kuil laat toegediend	LZK laat	491	438	15,2	2,6	6,2	15,5	125
Kippenmest	KM	673		14,5	2,5	39,7	18,0	125
Drijfmest/vinasse mengsel	RDM	140	76	7,4	1,5	1,4	17,6	93

De aardappels zijn gepoot op 8 april; op deze dag is ook de "Luzerne kuil vroeg" toegediend. Op 29 april zijn de overige bemestingen uitgevoerd en zijn de ruggen opgebouwd.

Vóór het poten en het toedienen van de "Luzerne kuil vroeg" is op 1 april alleen in deze vier plots de bodemvoorraad N-mineraal bepaald in 0-30 en 30-60. Vóór het toedienen van de overige meststoffen is op 26 april wederom de bodemvoorraad N-mineraal 0-30 en 30-60 gemeten. Dit is daarna nogmaals gebeurd op 27 juli vóór het rooien. Op 10 juli is de loofontwikkeling visueel beoordeeld op hoogte en grondbedekking. Het loof is 17 juli gebrand vanwege Phytophthora infectie.

Op 30 juli is geoogst. Uit op één na alle plots is handmatig 9 m<sup>2</sup> geoogst: 6 meter lengte van de twee middelste rijen van iedere plot. Van één plot bleek door een combinatie van een hapering bij het poten en schade door de beregeningsinstallatie slechts 7,5 m<sup>2</sup> representatief voor deze plot en allen dit stuk is geoogst (plot 15, kippenmest in 3<sup>e</sup> herhaling).

Van de aardappels is de bruto knolopbrengst en de verkoopbare opbrengst (45 cm – 65 cm), het droge stof gehalte, en de stikstofinhoud bepaald. In een submonster van veertig knollen is de aantasting door Rhizoctonia, schurft en Phytophthora bepaald.

De data van de vier herhaling zijn gemiddeld, en dit is gebruikt als input voor het modelleren van de stikstofdynamiek met het programma NDICEA (Burgt, G.J.H.M. van der, et al, 2006; www.ndicea.nl). Aangezien er geen kwantitatieve bepalingen zijn uitgevoerd op het loof is er gewerkt met de standaard waarde van NDICEA voor loofhoeveelheid en stikstofinhoud van het loof, met voor beide een correctie. De hoeveelheid loof is gecorrigeerd door zowel de loofhoogte als de bedekking evenredig te verrekenen waarbij de hoogst gemeten loofhoogte en de hoogst geschatte bedekking elk op 100% zijn gesteld. De stikstofinhoud van het loof is gecorrigeerd evenredig naar de gemeten stikstofinhoud van de knol. Ook hier is stikstofinhoud van het blad van de variant met de hoogste N-inhoud in de knol gelijk gesteld aan 100% van de NDICEA default waarde.





### 3 Resultaten

Tijdens de uitvoering van de veldproef hebben zich geen belangrijke problemen voorgedaan. Bij het poten is een kleine hapering opgetreden waardoor met name in perceel 15 (kippenmest, herhaling 3) niet meer voldoende representatief gewas aanwezig was voor een oogst van 9 m<sup>2</sup>; dat is 7,5 m<sup>2</sup> geworden. Bij de bemesting is in de variant drijfmest/vinasse slechts 93 kg stikstof toegediend in plaats van de beoogde 125.

De metingen aan de bodemstikstof staan in bijlage 2; de samenvatting daarvan staat in Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Nitraat in de bodem, gemiddelde van de herhalingen (kg N ha<sup>-1</sup>)

Code*	0 - 30 cm			30 - 60 cm					
	1 april	26 april	27 juli	1 april	26 april	27 juli			
Ctr	52	a	25	a	20	ns	8	Ns	
LZV	47	a	39	b	22	ns	8	Ns	
LZK vroeg 25	91	b	41	b	19	24	ns	10	Ns
LZK laat	57	a	53	c	28	ns	10	Ns	
KM	54	a	30	ab	21	ns	9	Ns	
RDM	57	a	27	a	22	ns	7	Ns	

\* Ctr = Controle, geen mest ; LZV = verse Luzerne ; LZK vroeg = luzeremUIL bij poten toegediend ; LZK laat = luzeremUIL bij rugopbouw toegediend ; KM = vaste kippenmest ; RDM = runder drijfmest + vinasse

Indien niet naar LZK vroeg gekeken wordt is op 26 april ie minerale stikstof gemiddeld met 28 kg toegenomen in 0 – 30 cm ten opzichte van 1 april. Deze toename was significant voor alle behandelingen. Dat komt volledig door mineralisatie van bodem organische stof. Voor deze bewering zijn goede gronden. April was droog, in de bodemlaag 30-60 cm is nauwelijks toename van de minerale stikstof en de NDICEA modelberekening laat geen uitspoeling zien van 30 naar 60 cm. De gewasopname is ook zeer gering en de denitrificatie is volgens de NDICEA modelberekeningen zeer laag. De toename in N-mineraal bij LZK vroeg is met 66 kg N per ha aanzienlijk groter: uit de vroeg toegediende luzerne kuil is 38 kg stikstof beschikbaar gekomen, wederom onder de zelfde aanname dat er geen stikstof verdwenen is door opname, denitrificatie of uitspoeling.

Op 27 juli, na het loof branden van de aardappels, maar net voor de knoelooft, waren er in 0-30 cm nog steeds significante verschillen tussen de behandelingen: de gemeten minerale stikstof was het laagste bij de controle en de RDM behandeling (nl. evenveel is als op 1 april), en significant het hoogst bij de KM en LZK laat. De verschillen tussen de behandelingen in 30 - 60 cm zijn op geen van de data significant. Wel is ook hier een significant verschil tussen de verschillende data: het globale beeld in de ondergrond toont een laag niveau van mineraal stikstof op 1 april, slechts een heel kleine toenames (die net significant is) op 26 april, maar valt duidelijk nog lager uit op 27 juli.

De visuele gewasbeoordeling op 10 juli staat in bijlage 3; de samenvatting staat in Tabel 3-2  
Een week voor loofdoding is de controle duidelijk achter in de ontwikkeling van het loof.

Tabel 3-2. Visuele beoordeling van loof op hoogte en bedekking

Code*	Hoogte		Bedekking	
	cm		%	
Ctr	53	a	61	a
LZV	63	b	84	b
LZK vroeg	62	b	80	b
LZK laat	63	b	83	b
KM	58	ab	76	b
RDM	63	b	75	b

\* Ctr = Controle, geen mest ; LZV = verse Luzerne ; LZK vroeg = luzeremUIL bij poten toegediend ; LZK laat = luzeremUIL bij rugopbouw toegediend ; KM = vaste kippenmest ; RDM = runder drijfmest + vinasse

De oogstgegevens staan in bijlage 4; de samenvatting staat in Tabel 3-3.

Tabel 3-3 Opbrengst 45-65 cm, droge stof en N-inhoud, ziektepresentie

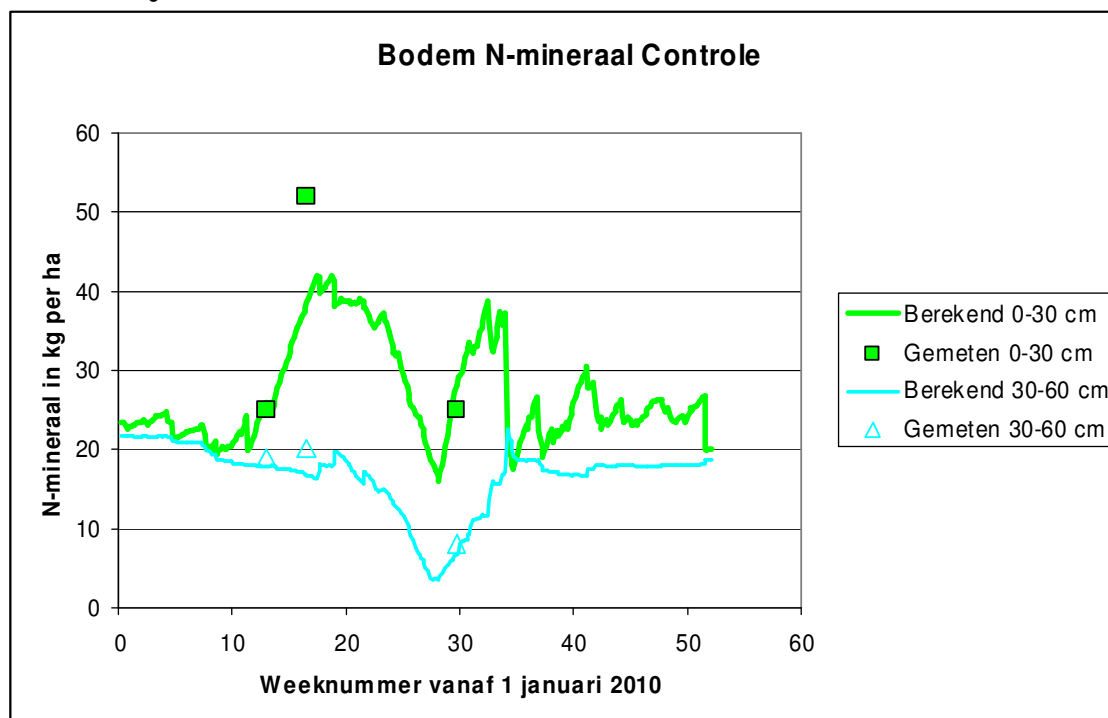
Code*	Opbr kg / ha	DS %	N-inh DS g / kg	Rhiz	Schurft
Ctr	32219 a	19,0 b	10,5 a	0,045 ns	1,312 b
LZV	40250 b	18,0 a	12,3 c	0,025 ns	1,262 ab
LZK vroeg	42394 b	18,2 a	11,9 bc	0,020 ns	1,096 a
LZK laat	40253 b	18,0 a	12,3 c	0,023 ns	1,237 ab
KM	37963 b	18,3 a	11,3 b	0,050 ns	1,187 ab
RDM	38825 b	17,9 a	11,6 b	0,027 ns	1,244 ab

\* Ctr = Controle, geen mest ; LZV = verse Luzerne ; LZK vroeg = luzernekuil bij poten toegediend ; LZK laat = luzernekuil bij rugopbouw toegediend ; KM = vaste kippenmest ; RDM = runder drijfmest + vinasse

Er zijn flinke verschillen in opbrengst, maar vanwege de spreiding tussen de herhalingen is alleen de controle significant lager dan alle bemeste varianten. Dat geldt zowel voor de bruto opbrengst (niet in Tabel 3-3 weergegeven) als de verkoopbare opbrengst. Bij de droge stof inhoud is dat het zelfde, met dien verstande dat de controle de hoogste droge stof inhoud heeft. De stikstofinhoud geeft meer onderling significante verschillen, waarbij controle de laagste N-inhoud heeft en de luzerne bemestingen vers en gekuild de hoogste. De druk van Rhizoctonia en schurft lag erg laag, en alleen bij schurft is er sprake van een klein maar significant verschil in het nadeel van de controle. Phytophthora in de knol is incidenteel waargenomen bij de oogst, maar de aantallen aangetaste knollen waren zo laag dat statistische analyse niet mogelijk is.

De verworven gegevens zijn ingevoerd in NDICEA waarbij de reeds aanwezige bestanden van 2009 (Scholberg en anderen, 2010) als basis zijn gebruikt. Voor de opbrengst is de bruto opbrengst gebruikt omdat het gaat om de totale stikstofopname door het gewas (bijlage 4). Loofhoeveelheid en N-inhoud van het loof zijn zoals gezegd aangepast t.o.v. de standaard waarde in NDICEA.

Figuur 3-1 toont van de controle de metingen en het verloop van de minerale stikstof in de twee bodemlagen 0-30 en 30-60 cm van de controle behandeling zoals het berekend is met NDICEA. In bijlage 5 staan de grafieken van alle behandelingen.



Figuur 3-1 Verloop N-mineraal van de controle, berekend en gemeten.

Bij de controle is er sprake van een zeer goede overeenkomst tussen de gemodelleerde en de gemeten waarden, zowel in de bovengrond als in de ondergrond. Vanwege deze zeer goede overeenkomst was het mogelijk om van de meststoffen de enige parameter die niet gemeten is, namelijk de afbraaksnelheid, te schatten door met herhaalde berekeningen de afbraaksnelheid te bepalen die de beste match geeft tussen berekende waarde N-mineraal en gemeten waarde. Voor *luzemekuil* bleek de afbraaksnelheid aanzienlijk hoger ingeschat te moeten worden dan de default waarde in NDICEA voor *verse luzerne*. Voor *verse luzerne* en voor *kippenmest* voldeed de standaard waarde wel. Voor het mengsel van *drijfmest* en *vinasse* is de afbraaksnelheid van te voren ingeschat, en die inschatting voldeed ook. De waarden zoals ze in de NDICEA berekeningen gebruik zijn staan in Tabel 3-4. De *I-age* (Initial age) is een soort reciproque van de afbraaksnelheid: hoe hoger het getal, hoe lager de afbraaksnelheid.

Tabel 3-4 Verwachte en uiteindelijk gebruikte waarden van *I-age*

Code*	I-age	I-age
	default	aangepast
LZV	1,0	1,0
LZK vroeg	1,0	0,5
LZK laat	1,0	0,5
KM	1,4	1,4
RDM puur	2,0	-
Vinasse puur	1,3	-
RDM	-	1,5

\*LZV = *verse Luzerne* ; LZK vroeg = *luzemekuil bij poten toegediend* ; LZK laat = *luzemekuil bij rugopbouw toegediend* ; KM = *vaste kippenmest* ; RDM puur = *rundveedrijfmest* ; Vinasse puur = *vinasse* ; RDM = *runder drijfmest + vinasse*

De nauwkeurigheid van de modellering wordt mede beoordeeld aan de hand van de RMSE ((Wallach and Goffinet, 1989), een maat voor de gemiddelde afwijking tussen gemeten en berekende waarde. Hiervoor wordt een (arbitraire) grenswaarde van 20 kg N per hectare aangehouden (Burgt et al, 2006): bij een RMSE boven deze grenswaarde wordt de simulatie beschouwd als onvoldoende. De resultaten staan in tabel Tabel 3-5 .

Tabel 3-5 RMSE in kg ha<sup>-1</sup> van de behandelingen (berekend op gemiddelden van de herhalingen)

Code*	RMSE
Ctr	6.1
LZV	5.8
LZK vroeg	13.5
LZK laat	11.2
KM	8.8
RDM	9.8

\* Ctr = *Controle, geen mest* ; LZV = *verse Luzerne* ; LZK vroeg = *luzemekuil bij poten toegediend* ; LZK laat = *luzemekuil bij rugopbouw toegediend* ; KM = *vaste kippenmest* ; RDM = *runder drijfmest + vinasse*

Zonder bemesting is er nog een flinke opbrengst. In Tabel 3-6 is de relatieve efficiëntie van de stikstofgift weergegeven: de stikstof die méér is opgenomen dan bij de controle, vergeleken met de stikstofgift in de meststoffen.

Tabel 3-6 Relatieve efficiëntie van N-benutting.

Code*	N in geoogst	N in mest-	N-
	product	gift	
	kg / ha	kg / ha	%
Ctr	64	0	nvt
LZV	89	125	20 b
LZK vroeg	92	125	22 b
LZK laat	89	125	20 b
KM	79	125	11 a
RDM	81	93	18 b

\* Ctr = *Controle, geen mest* ; LZV = *verse Luzerne* ; LZK vroeg = *luzemekuil bij poten toegediend* ; LZK laat = *luzemekuil bij rugopbouw toegediend* ; KM = *vaste kippenmest* ; RDM = *runder drijfmest + vinasse*

Zonder bemesting wordt 64 kg N ha<sup>-1</sup> opgenomen in het verkoopbare product. Van een gift van 125 kg N-totaal ha<sup>-1</sup> wordt maximaal 22% opgenomen in het product. Kippenmest scoort significant lager dan de andere bemestingen. Dit betekent niet dat de rest van de stikstof verloren is gegaan; wel dat er nog stikstof in het systeem zit die potentieel verloren zou kunnen gaan. Om hiervan een indruk te krijgen is binnen NDICEA de uitspoeling van stikstof berekend vanaf 1 april tot 31 december 2010 in het geval er géén of wél een groenbemester zou zijn gezaaid. Daarbij zijn werkelijke weersgegevens gebruikt tot eind november, en daarna standaard weersgegevens tot 31 december. Voor de opbrengst van de groenbemester is uitgegaan van een uniforme opbrengst van 2200 kg droge stof bladrammenas bovengronds over alle bemestingsvarianten. De opbrengst is niet gemeten. De resultaten staan in Tabel 3-7.

Tabel 3-7 Berekende uitspoeling naar de bodemlaag dieper dan 60 cm.

Code	Zonder groenbemester		Met groenbemester	
	kg		kg	
Ctr	65	a	36	a
LZV	89	b	59	b
LZK vroeg	83	b	53	b
LZK laat	93	b	62	b
KM	95	b	64	b
RDM	89	b	58	b

\* Ctr = Controle, geen mest ; LZV = verse Luzerne ; LZK vroeg = luzemekuil bij poten toegediend ; LZK laat = luzemekuil bij rugopbouw toegediend ; KM = vaste kippenmest ; RDM = runder drijfmest + vinasse

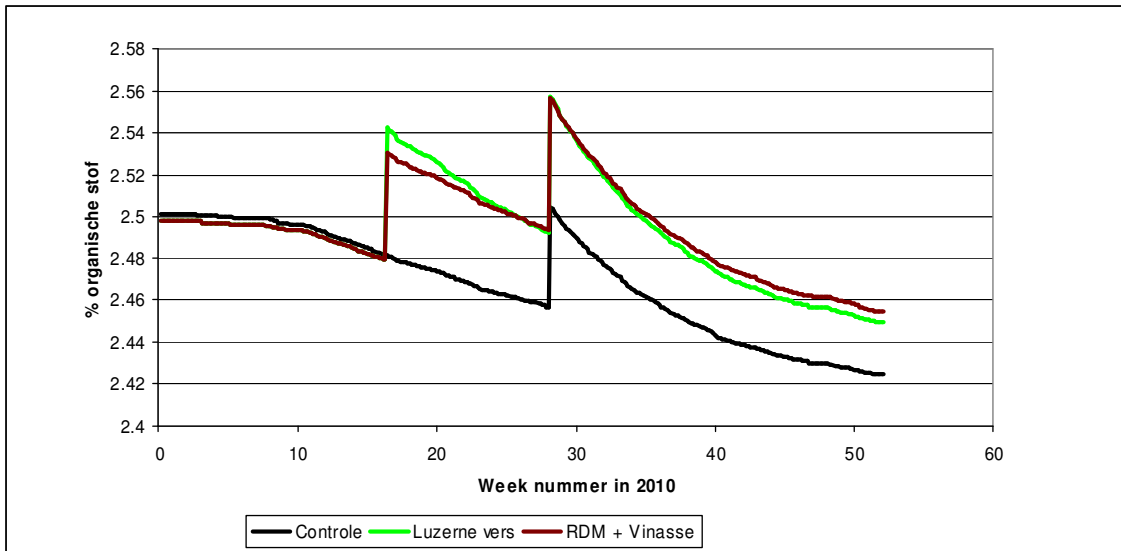
De fosfaat- en kalibalas op veldniveau staat in Tabel 3-8. De fosfaat- en kaligehaltes van de aardappelen zijn in deze proef niet gemeten, dus voor deze berekening zijn de forfaitaire waarden van NDICEA gebruikt. Voor fosfaat is in alle gevallen sprake van een balansoverschot op veldniveau. Op bedrijfsniveau is er sprake van netto P-afvoer ter grootte van de opname. Voor kali is er, met uitzondering van het drijfmest/vinasse mengsel, sprake van een balanstekort op veldniveau en uiteraard ook op bedrijfsniveau.

Tabel 3-8 Mineralenbalans fosfaat en kali op veldniveau in kg ha<sup>-1</sup> gebaseerd op gemeten opbrengst en droge stof gehalte en forfaitaire gehalten aan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O

Code	P2O5				K2O		
	Opbr kg / ha	opname kg/ha	Gift kg/ha	Balans kg/ha	opname kg/ha	gift kg/ha	Balans kg/ha
Ctr	32219	36	0	-36	167	0	-167
LZV	40250	43	68	26	197	97	-100
LZK vroeg	42394	46	51	5	210	127	-82
LZK laat	40253	43	51	8	197	127	-70
KM	37963	41	344	303	189	156	-33
RDM	38825	41	18	-24	189	220	31

\* Ctr = Controle, geen mest ; LZV = verse Luzerne ; LZK vroeg = luzemekuil bij poten toegediend ; LZK laat = luzemekuil bij rugopbouw toegediend ; KM = vaste kippenmest ; RDM = runder drijfmest + vinasse

De organische stof balans is voor de controle uiteraard negatiever dan bij de bemestingsvarianten. De organische stof balans van NDICEA laat over dit proefjaar zien dat de runder drijfmest met vinasse en de vers toegediende luzerne redelijk vergelijkbaar zijn (Figuur 3-2). De organische stof uit luzerne breekt wel iets sneller af dan die uit runder drijfmest.



*Figuur 3-2 Organische stof verloop van drie bemestingsvarianten in 2010, zonder groenbemester.*



## 4 *Discussie en conclusie*

Luzerne als maaimeststof, vers of als gekuild product, doet niet onder voor het mengsel van rundvee dunne mest en vinasse als het gaat om directe bemestende waarde.

Luzernekuil heeft een snellere stikstofwerking dan vers toegediende luzerne.

Voor de bodem organische stof balans is er slechts een klein verschil tussen de mestvarianten.

De eerste conclusie zou sterker staan als bij de dunne mest / vinasse 125 kg i.p.v. 93 kg N ha<sup>-1</sup> was toegediend. Het achterblijven van de opbrengst (Tabel 3-3 ; statistisch bezien is het verschil niet significant) kan goed verklaard worden door de lagere N-gift. Bij een vergelijkbare werking van N op het gewas (gelijkblijvende relatieve benutting van 18%, Tabel 3-6 , en gelijkblijvende gehalten in gewas en loof) zou bij een gift van 125 kg de opbrengst 41792 kg geweest zijn. Dat valt binnen de range waarin zich de opbrengsten van de luzerne-varianten bevinden.

De stikstofdynamiek van de gebruikte mestsoorten verschilt sterk. Begrip daarvan levert een bijdrage aan de interpretatie van de resultaten en kan licht werpen op de (niet significantie) verschillen in opbrengst. Hierbij moet in gedachte worden gehouden dat dit gewas slechts gegroeid heeft tot midden juli.

- De ingekuilde luzerne die vroeg wordt toegediend heeft twee voordelen ten opzichte van dunne mest en de later toegediende verse luzerne. Ten eerste is de mineralisatie al drie weken eerder op gang gekomen, en als het gewas echt begint met stikstofopname is het niveau opneembare N hoger dan bij de overige varianten. Ten tweede verloopt de mineralisatie het snelst van alle varianten, waardoor het aardappelgewas er goed van kan profiteren. Dit jaar verliepen deze processen gunstig: april was droog en relatief warm, dus er ontstond wél een mineralisatievoorsprong maar geen uitspoeling uit de bovengrond. Daarna was het vochtig genoeg (inclusief beregening) om de mineralisatie op gang te houden, maar was het wel relatief koud. De gekuilde luzerne heeft verder ten opzichte van de verse luzerne een wat hoger gehalte aan minerale N die direct beschikbaar is voor het gewas.
- De gebruikte kippenmest is vrij laag in N-totaal en vooral N-mineraal gehalte. De organisch gebonden N komt relatief langzaam vrij en er is geen piek van minerale N direct na toediening. Na loofbranden gaven alleen de kippenmest, en de laat toegediende luzerne kuil nog een significante verhoging in N-min ten opzichte van de controle. Dat betekent dat het relatief kortstondig groeiende gewas maar weinig heeft kunnen profiteren van de stikstof uit de kippenmest.
- Het mengsel van dunne mest en vinasse heeft t.o.v. alleen dunne mest relatief weinig minerale stikstof, maar de organisch gebonden stikstof komt wel redelijk snel vrij. Het gewas kan daar goed van profiteren.
- De verse luzerne heeft vrijwel géén minerale stikstof, maar de organisch gebonden stikstof komt makkelijk vrij (langzamer dan bij luzernekuil, sneller dan bij dunne mest en kippenmest). Géén piek, wel een gestage aanvoer van stikstof.

De totale stikstofbalans is bij gebruik van luzerne gunstiger dan bij gebruik van dierlijke mest. Het is stikstof van eigen bedrijf, en tussen 'productie' en 'toediening als meststof' zit vrijwel geen verlies. In de cyclus via dier en mest is het verlies van een deel van de stikstof onvermijdelijk. De efficiëntie in het traject van bodem naar gewasopname is bij luzerne zeker niet ongunstiger dan bij dierlijke mest.

De fosfaatbalans laat op perceelniveau een overschot zien, met de kippenmest als uitschieter. Daar moet wel bij gezegd worden dat de gebruikte kippenmest vanuit mineralenooipunt erg onevenwichtig was. De kalibalans is negatief met uitzondering van de variant met de kali-rijke dunne mest/vinasse. De positieve kali-balans heeft echter weinig invloed gehad op de gewasstand. Op perceelniveau is de bodem dus verrijkt met organisch gebonden fosfaat en is er ingeteerd op de kalivoorraad. Gezien het soort grond is de kans erg klein dat door deze negatieve kalibalans kalitekorten in dit aardappelgewas zouden zijn opgetreden. Dat is in elk geval niet waargenomen. Een evenwicht op jaarbasis heeft voor dit soort gronden bovendien weinig urgentie. Op langere termijn moet er natuurlijk wel naar gekeken worden.

Indien geen vinasse zou zijn bijgemengd bij de dunne mest zou er méér fosfaat en aanzienlijk minder kali aangevoerd zijn. Daarmee zouden de resultaten van dunne mest wat betreft de mineralenbalans gaan lijken op die van luzerne en zou er weinig onderscheid meer zijn.

De organische stof balansen verschillen niet noemenswaardig tussen de behandelingen. Indien de luzerne vergeleken wordt met de default samenstelling van rundvee dunne mest zou er ruim 25 ton drijfmest toegediend moeten worden om 125 kg N te geven. Daarin zit 2300 kg organische stof, iets minder dan de 2550 kg organische stof in de luzerne (met daarin dus ook 125 kg N). In het theoretische geval dat deze drijfmest geproduceerd zou worden puur en alleen uit deze luzerne zal duidelijk zijn dat er aanzienlijk méér dan 2550 kg organische stof uit luzerne nodig is om deze hoeveelheid drijfmest te produceren. Daar staat tegenover dat de organische stof van verse luzerne sneller afbreekt dan die van dunne mest. Ook weten we nog niet goed wat het consequent achterwege laten van dierlijke mest en de vervanging daarvan door luzerne voor invloed zal hebben op het bodemecosysteem.

De modellering met behulp van NDICEA levert aanvullende inzichten op. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen wat de bodem autonoom aan stikstof biedt en wat de mest stoffen daar aan toevoegen. De modelbeschrijvingen zijn minder nauwkeurig indien consequent de forfaitaire waarden worden gebruikt. Op hoofdlijnen veranderen de conclusies niet, maar de zekerheid ervan neemt af. Daar staat tegenover dat door de gedetailleerdheid van deze modellering (waardoor afgeweken kon worden van forfaitaire instellingen) te voorschijn is gekomen dat, in dit geval, de afbraaksnelheid van gekuilde luzerne hoger moet worden ingeschat dan die van verse luzerne. Dat kan in een vervolgonderzoek getoetst worden.

*Conclusies, samengevat:*

- Luzerne direct gebruikt als maaimeststof is een volwaardig alternatief voor dierlijke meststoffen
- Mineralisatiesnelheid bij vroege toepassing (begin april) van ingekuilde luzerne is hoog. Er is circa 38 kg N van de 125 kg N in 3 weken vrij gekomen.
- Mineralisatiesnelheid bij toepassing eind april is bij verse luzerne, ingekuilde luzerne en drijmest/vinasse gelijk
- Mineralisatiesnelheid van kippenmest blijft achter bij de ander varianten.
- De stikstofbalans op bedrijfsniveau is hierbij gunstiger dan bij gebruik van aangekochte dierlijke mest
- De fosfaat- en kalibalans op veldniveau is het meest in evenwicht bij gebruik van dunne mest/vinasse. Indien puur dunne mest zou zijn gebruikt zou het onderscheid met luzerne grotendeels wegvallen.
- De organische stof balans is bij gebruik van luzerne direct als meststof vergelijkbaar met die van rundvee drijfmest, al zal dat wel afhangen van de samenstelling van de gebruikte mest. Hoe het doorwerkt op het bodemecosysteem blijft vanuit dit onderzoek onbeantwoord.
- NDICEA biedt meerwaarde bij de interpretatie van de onderzoeksresultaten. Daarvoor moeten wel méér bodem N-mineraal metingen worden gedaan dan onder praktijkomstandigheden het geval zou zijn.

Er valt meer te zeggen over de potentie van maaimeststoffen dan de bovenstaande conclusies die uitsluitend betrekking hebben betrekking op deze proef. In het project Minder en Anders Bemesten is gedurende drie jaar op vier verschillende bedrijven en bijbehorende verschillende bodems en teeltsystemen naar optimalisatie strategieën gekeken. Daarover wordt overkoepelend geconcludeerd in het eindrapport (Van der Burgt en anderen, 2010b).



## 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, en Staps, J.J.M. (2010). **Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaten tuinbouw op zand. Van Lierop 2008-2010**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-028 LbP . (in voorbereiding)
- Burgt, G.J.H.M. van der, Timmemans, B.G.H. en Staps, J.J.M. (2010). **Minder en Anders Bemesten. Resultaten van een vierjarig project over innovatieve bemesting**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-032 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 Strien in Ens, 2009. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-007 LbP, 44 pp.
- Timmemans, 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)
- Timmemans, 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)
- Timmemans, 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: Overzicht proefveld

Blokindeling, plotnummers en verdeling van de behandelingen daarover.

							3 meter	
Blok 4		LZK-laat 24	CTR 20	LZK-vroeg 16	LZV 12	KM 8	RDM 4	15 meter
Blok 3	RDM 27	CTR 23	LZK-laat 19	KM 15	LZK-vroeg 11	LZV 7		
Blok 2		LZV 22	LZK-vroeg 18	LZK-laat 14	CTR 10	KM 6	RDM 2	
Blok 1	RDM 25	LZK-vroeg 21	KM 17	CTR 13	LZV 9	LZK-laat 5		

RDM = Runderdrijfmest + vinasse, bij rugopbouw toegediend

CTR = Controle, geen mest

LZK vroeg = luzerne kuil, bij poten toegediend

LZK laat = luzerne kuil, bij rugopbouw toegediend

LZV = verse luzerne, bij rugopbouw toegediend

KM = vaste kippenmest, bij rugopbouw toegediend



## Bijlage 2: Metingen bodem-N

Metingen bodem minerale stikstof op twee dieptes. Op 1 april is alleen LZK vroeg gemeten Er is aangenomen idat de gemiddelde waarde daarvan geldt voor alle plots. Dat is in NDICEA gebruikt.

Er lijken twee opvallende waarden in te zitten (geel gemarkeerd). Die bevinden zich beide in het veld dat verstoord was door slechte opkomst en schade door de beregeningsinstallatie.

Plot nummer	Behandeling	0 – 30 cm		30 – 60 cm			27 juli N-min kg / ha
		1 april N-min kg / ha	26 april N-min kg / ha	27 juli N-min kg / ha	1 april N-min kg / ha	26 april N-min kg / ha	
2	RDM		57	24		21	7
4	RDM		54	27		18	9
5	LZK laat		55	62		46	11
6	KM		42	27		21	9
7	LZV		45	40		21	9
8	KM		52	35		20	7
9	LZV		40	32		26	7
10	Ctr		37	22		23	7
11	LZK vroeg	20	65	29	19	23	9
12	LZV		43	42		19	9
13	Ctr		43	27		23	9
14	LZK laat		43	57		25	14
15	KM		45	98		19	26
16	LZK vroeg	24	98	45	17	22	9
17	KM		76	29		24	11
18	LZK vroeg	29	103	32	22	27	11
19	LZK laat		71	42		20	7
20	Ctr		69	27		15	7
21	LZK vroeg	24	97	57	19	25	11
22	LZV		58	42		23	7
23	Ctr		59	24		22	9
24	LZK laat		58	50		20	7
25	RDM		60	29		20	7
27	RDM		57	27		27	7

RDM = Runderdrijfmest + vinasse, bij rugopbouw toegediend

Ctr = Controle, geen mest

LZK vroeg = luzerne kuil, bij poten toegediend

LZK laat = luzerne kuil, bij rugopbouw toegediend

LZV = verse luzerne, bij rugopbouw toegediend

KM = vaste kippenmest, bij rugopbouw toegediend



### Bijlage 3: Visuele gewasbeoordeling

Plot nummer	Behandeling	Bodem bedekking %	Hoogte loof cm
2	RDM	70	60
4	RDM	80	65
5	LZK laat	85	60
6	KM	75	60
7	LZV	75	60
8	KM	80	60
9	LZV	85	65
10	Ctr	60	50
11	LZK vroeg	80	65
12	LZV	95	65
13	Ctr	60	55
14	LZK laat	75	60
15	KM	70	50
16	LZK vroeg	75	60
17	KM	80	60
18	LZK vroeg	90	70
19	LZK laat	80	65
20	Ctr	65	60
21	LZK vroeg	75	50
22	LZV	80	60
23	Ctr	60	45
24	LZK laat	90	65
25	RDM	70	60
27	RDM	80	65

RDM = Runderdrijfmest + vinasse, bij rugopbouw toegediend

Ctr = Controle, geen mest

LZK vroeg = luzerne kuil, bij poten toegediend

LZK laat = luzerne kuil, bij rugopbouw toegediend

LZV = verse luzerne, bij rugopbouw toegediend

KM = vaste kippenmest, bij rugopbouw toegediend





## Bijlage 4: Oogstgegevens

Plot	Behandeling	> 45 cm én			totaal kg / ha	Rhizoctonia Score	Schurft Score	ds %	N g / kg ds
		< 45 cm kg / ha	< 65 cm kg / ha	> 65 cm kg / ha					
2	RDM	5311	41533	311	47156	0,019	1,325	17,7	11,6
4	RDM	7767	33233	344	41344	0,031	1,275	17,8	12,2
5	LZK laat	4233	34211	700	39144	0,025	1,425	17,3	12,6
6	Km	6044	37633	433	44111	0,013	1,225	18,4	10,7
7	LZV	6756	39522	833	47111	0,019	1,025	17,8	12,1
8	Km	5322	39844	0	45167	0,019	1,050	18,1	11,2
9	LZV	4933	36889	344	42167	0,044	1,400	18,1	12,3
10	Ctr	6833	30756	622	38211	0,094	1,350	18,9	10,0
11	LZK vroeg	5122	39211	322	44656	0,006	1,200	18,6	11,1
12	LZV	6022	38856	0	44878	0,013	1,350	17,9	12,6
13	Ctr	5411	30056	478	35944	0,063	1,425	18,8	11,1
14	LZK laat	4900	37500	1656	44056	0,019	1,275	18,3	12,5
15	Km	4080	36507	0	40587	0,013	1,075	18,4	11,8
16	LZK vroeg	6411	42311	0	48722	0,019	1,150	18,4	11,8
17	Km	5222	37867	1033	44122	0,156	1,400	18,3	11,6
18	LZK vroeg	4878	45144	289	50311	0,044	0,933	17,7	12,4
19	LZK laat	5322	46489	0	51811	0,021	0,900	17,8	12,1
20	Ctr	4889	37356	322	42567	0,013	1,250	18,8	10,5
21	LZK vroeg	4456	42911	400	47767	0,013	1,100	18	12,1
22	LZV	5056	45733	378	51167	0,025	1,275	18,3	12,2
23	Ctr	4967	30711	0	35678	0,013	1,225	19,4	10,2
24	LZK laat	5056	42811	0	47867	0,025	1,350	18,4	11,9
25	RDM	6711	39856	0	46567	0,019	1,225	18,3	11,3
27	RDM	4167	40678	0	44844	0,038	1,150	17,8	11,4

RDM = Runderdrijfmest + vinasse, bij rugopbouw toegediend

Ctr = Controle, geen mest

LZK vroeg = luzerne kuil, bij poten toegediend

LZK laat = luzerne kuil, bij rugopbouw toegediend

LZV = verse luzerne, bij rugopbouw toegediend

KM = vaste kippenmest, bij rugopbouw toegediend



## Bijlage 5: Verloop minerale stikstof in de bodem

