



PraktijkRapport Rundvee 41

Voorjaarsgebruik vanggewassen



December 2003

Rundvee





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 1570-8616
Eerste druk 2003/oplage 200
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Referaat

ISSN 1570-8616

Laarhoven, G.C.P.M. van, M.W.J. Stienezen,
H. Everts, A. van den Pol-van Dasselaar
(ASG, divisie Praktijkonderzoek)
Voorjaarsgebruik vanggewassen (2003)
PraktijkRapport Rundvee 41
21 pagina's, 17 tabellen, 1 figuur

In het onderzoek "voorjaarsgebruik vanggewassen" is belangrijke teeltinformatie van zowel de vanggewassen zelf als de daaropvolgend verbouwde snijmaïs verzameld. Drie verschillende vanggewassen zijn vergeleken evenals twee verschillende oogst- en onderwerkstijdstippen van de vanggewassen. Aandachtspunten daarbij zijn vanggewas en snijmaïs opbrengsten, voederwaarde en stikstofefficiëntie.

Het rapport stelt veehouders en intermediairen in staat keuzes bij het voorjaarsgebruik van vanggewassen beter te onderbouwen en teeltrisico's in te schatten.

Trefwoorden:

vanggewassen, snijmaïs, voorjaarsgebruik, onderwerken, oogsten, Demarrage, Nitrafix, rogge, teeltrisico, stikstofefficiëntie

Abstract

In this study important information was collected on cultivating catch crops and the subsequent crop of silage maize. Three catch crops and two different harvesting and ploughing-in dates were compared. Attention was paid to the yields of the catch crops and of the silage maize, the feed value, and the nitrogen efficiency. This report provides livestock farmers and intermediaires with more information to support their decisions about spring treatments of catch crops and their estimates of the cultivation risks.

Keywords:

catch crops, silage maize, spring treatment, ploughing-in, harvesting, Demarrage, Nitrafix, rye, cultivation risk, nitrogen efficiency



PraktijkRapport Rundvee 41

Voorjaarsgebruik vanggewassen

Spring treatment of catch crops

G.C.P.M. van Laarhoven
M.W.J. Stienezen
H. Everts
A. van den Pol van Dasselaar

December 2003

Voorwoord

Bij de teelt van snijmaïs blijft na de oogst vaak veel stikstof in de bodem achter, met name op zandgronden. Deze stikstof kan vastgelegd worden in zogenaamde vanggewassen, zoals rogge, gras of mengsels ervan. Deze zijn in staat om zo'n 40 kg N/ha in de bovengrondse delen op te nemen. Deze stikstof zal niet meer naar het grondwater uitspoelen. In het voorjaar moet een keuze gemaakt worden. De groenbemester wordt ondergewerkt, óf er wordt vóór inzaai van de maïs een snede geweid of gemaaid. Indien een snede geoogst wordt, gaat dit mogelijk ten koste van de snijmaïsofbrengst. Het is niet bekend wat het effect is van verschillend voorjaarsgebruik van vanggewassen op het MINAS-overschot en wat de jaaropbrengst aan voedergewassen op bedrijfsniveau is. Om deze reden is er in 1998 in opdracht van het productschap zuivel een drie jaar durend onderzoek gestart naar het voorjaarsgebruik van vanggewassen.

F. Mandersloot
Manager Onderzoek

Samenvatting

Na de bloei neemt snijmaïs nog maar amper stikstof op. Door mineralisatie komt er dan juist veel stikstof vrij in de grond, met name op zandgronden is de kans groot dat deze stikstof uitspoelt. Vanggewassen kunnen een deel van de vrije stikstof in de bodem opnemen en daardoor uitspoeling hiervan voorkomen. Vraag is wat het effect is van verschillend voorjaarsgebruik van deze vanggewassen op de volgende snijmaïsteelt. Op proefbedrijf Cranendonck is in de periode 1999-2001 een veldproef uitgevoerd waarin vanggewassen op verschillende tijdstippen zijn gescheurd. De teelt van drie vanggewassen en snijmaïs zijn met verschillende bemestingsniveaus en tijdstippen van oogsten en/of onderwerken van het vanggewas gecombineerd.

Om de invloed van verschillend voorjaarsgebruik van verschillende vanggewassen bij snijmaïsteelt op de stikstofverliezen te kunnen bepalen, zijn de drogestofopbrengsten, N-gehalten en N mineraal in de bodem in het najaar bepaald en is de stikstofefficiëntie berekend.

In de proef is onderscheid gemaakt tussen vier verschillende bewerkingen. Zo is het vanggewas op twee verschillende tijdstippen ondergewerkt, zonder eerst te oogsten. Het eerste tijdstip is in maart en het tweede tijdstip rond half april. Hiernaast werd het gewas rond half april en half mei geoogst alvorens de grond bewerkt werd. In tabel 1 staat een samenvatting van de resultaten bij de verschillende voorjaarsbewerkingen.

Tabel 1 Effect van verschillende behandelingen op N-opbrengst, ds-opbrengst, N-efficiëntie en N-mineraal in de bodem

Bewerking	Onderwerken maart	Oogsten april	Onderwerken april	Oogsten mei
N-opbrengst (vanggewas en maïs)	+/-	+/-	+/-	-
Ds-opbrengst (vanggewas en maïs)	+/-	-	+/-	+
N-efficiëntie	+/-	+	+/-	++
N-mineraal	+/-	+/-	+/-	+

(de beoordeling varieert van – tot ++, waarbij ++ betekent dat de betreffende bewerking zeer goed scoort op het betreffende punt)

Oogsten van het vanggewas in mei resulteert in hogere totale drogestofopbrengsten in vergelijking met de andere voorjaarsgebruiken. Oogsten van een snede vanggewas in april leidt echter tot een lagere drogestof opbrengst. Voor een late oogst geldt echter wel dat het N-gehalte in zowel de maïs als het vanggewas daalt, waardoor de N-opbrengst daalt. Het N-mineraal gehalte in de bodem in het najaar is bij oogsten in mei aanzienlijk lager dan bij de andere voorjaarsgebruiken. Dit leidt uiteindelijk wel weer tot een hogere N-efficiëntie gedurende het groeiseizoen.

Gedurende de proefjaren leidde het oogsten van een vanggewas voor de snijmaïsteelt dus niet zozeer tot hogere drogestof of stikstof opbrengsten, maar wel tot een verhoogde stikstofefficiëntie.

Onder Nederlandse omstandigheden is het advies om snijmaïs in de tweede helft van april te zaaien. Is het zaaitijdstip later dan zou dat ten koste gaan van de opbrengst en kwaliteit van de snijmaïs. De resultaten van de proef komen echter niet overeen met dit advies. Hiervoor zijn een aantal redenen te noemen. Zo was de temperatuur in mei hoger dan gemiddeld, wat ten goede komt aan de groeistart van de laat gezaaide snijmaïs. Ook was er geen sprake van een vochttekort, een aspect dat bij een zware snede van het vanggewas veel invloed kan hebben op de groei van de snijmaïs. Naast deze aspecten telt waarschijnlijk ook het minder meetbare aspect genetische aanleg een rol. Doordat er zeer vroeg tot vroege rassen zijn gebruikt kan het zijn dat in de afgelopen jaren deze rassen een vooruitgang hebben doorgemaakt waarmee in het huidige teeltadvies geen rekening wordt gehouden.

Een ander aspect dat in de praktijk regelmatig aan de orde komt is het soort vanggewas dat gebruikt wordt. Als vanggewas zijn naast pure graan- en grassoorten ook mengsels beschikbaar, bijvoorbeeld van bladrogge en triticale (Nitrafix) of van bladrogge en Italiaans raaigras (Demarrage). Deze mengsels hebben vaak een hogere drogestof opbrengst dan monoculturen. In deze proef leidt het soort vanggewas dat gebruikt is bij het voorjaarsgebruik niet tot een significant verschil in N-opbrengst bij vanggewassen. Wel moet opgemerkt worden dat bij het verbouwen van een gras als vanggewas het perceel voor een gedeelte van het jaar voor MINAS meetelt als grasland. Grasland heeft een hogere verliesnorm dan bouwland. Dit kan op bedrijfsniveau een MINAS voordeel opleveren.

In de proef is ook gekeken naar bemesting van het vanggewas. Uit de resultaten blijkt dat bemesting van het vanggewas leidt tot een hogere drogestof opbrengst en daarmee ook een hogere N-opbrengst van het vanggewas. Er is echter geen effect op de opbrengsten van de snijmaïs die vervolgens op het perceel verbouwd wordt. Bovendien zijn er geen verschillen waargenomen in de stikstofefficiëntie en de minerale stikstof in de bodem in het najaar. Een stikstofbemesting van het vanggewas kan dus wel gebruikt worden om betere

opbrengsten te behalen van het vanggewas, maar heeft verder geen effect op de stikstofbenutting op perceelsniveau.

Ondanks de positieve resultaten in deze proef bij het late zaaitijdstip van snijmaïs moet naast de bovengenoemde aspecten ook nog met het aspect teeltrisico rekening worden gehouden. In de proef zijn de omstandigheden van dien aard geweest dat er geen oogstproblemen zijn opgetreden bij de relatief late snijmaïsoogst. Zo was er bijvoorbeeld geen sprake van wateroverlast. Het inzaaien van snijmaïs op een later tijdstip brengt echter wel overduidelijk een groter teeltrisico met zich mee.

Summary

Silage maize takes up very little nitrogen after flowering, yet this is the time when mineralisation is still releasing large amounts of nitrogen into the soil. There is thus a high probability, particularly on sandy soils, that this nitrogen will leach away. Catch crops could take up some of the free nitrogen in the soil, thereby preventing it from being leached out. To find out what effect differences in the spring treatment of these catch crops would have on the cultivation of silage maize a field trial in which catch crops were incorporated at different times was done on the Cranendonck experimental farm from 1999 to 2001. In the trial, the cultivation of three catch crops and silage maize was combined with different fertilisation rates and harvesting and/or ploughing-in times.

To be able to determine the influence of different spring treatments of the various catch crops in silage maize cultivation on nitrogen losses the following were determined: dry matter yields, N content and mineral N in the soil in the autumn. The nitrogen efficiency was calculated. In the trial there were four different treatments. The catch crop was ploughed in on two different dates, without harvesting it. The first date was in March and the second in mid-April. There were also two dates on which the crop was harvested before the soil was ploughed: mid-April and mid-May. Table 1 summarises the results for the different spring treatments.

Table 1 Effect of the different treatments on the N yield, DM yield, N efficiency and mineral N in the soil

Treatment	Ploughed-in in March	Harvested April	Ploughed-in in April	Harvested May
N yield (catch crop and maize)	+/-	+/-	+/-	-
DM yield (catch crop and maize)	+/-	-	+/-	+
N efficiency	+/-	+	+/-	++
Mineral N	+/-	+/-	+/-	+

(the score varies from – to ++, with ++ signifying that the treatment in question scores very highly in terms of the point in question)

Of all the spring treatments, harvesting the catch crop in May resulted in the highest dry matter yields. However, taking a cut of the catch crop in April resulted in a lower dry matter yield. But when the harvest was late, the N contents of both the maize and the catch crop was lower and as a result the N yield fell. The content of mineral N in the soil in autumn was lowest when the harvest had been in May. This ultimately resulted in a higher N efficiency during the growing year. During the trial years, therefore, though harvesting a catch crop before cultivating silage maize did increase the dry matter and nitrogen yields, nitrogen efficiency was increased.

Under the conditions prevailing in the Netherlands it is recommended to sow silage maize in the last two weeks of April, because if sown later, the yield and quality of the silage maize suffer. The results of the trial challenge this recommendation. There are several possible reasons. One is that the temperature in May was higher than average, which boosted the initial growth of the late-sown maize. Another reason is that there was no moisture deficit; if the catch crop cut has been heavy, a shortage of moisture can greatly influence the growth of silage maize. In addition to these aspects, it is possible that genetics—an aspect that is less easy to measure—also was of influence. The use of early to very early cultivars may have resulted in these cultivars undergoing an improvement that has not been taken into account in current cultivation recommendations.

In practice, another aspect regularly arises: the catch crop used. In addition to pure cereals and grass species, the catch crops available are mixtures, such as of leaf rye and triticale (Nitrafix), or leaf rye and Italian ryegrass (Demarrage). These mixtures often have a higher dry matter yield than mono cultures. In this trial, the type of catch crop used in the spring treatments did not lead to a significant difference in the N yield of the catch crops. But note that if grass is the catch crop, for part of the year the plot of land counts as grassland for the purposes of the MINAS mineral accounting system. As grassland has a higher emission standard than arable land, this can be advantageous for a farm's MINAS mineral accounting.

In the trial the fertilisation of the catch crop was also investigated. The results showed that fertilising the catch crop resulted in a higher dry matter yield, accompanied by a higher N yield from the catch crop. However, there was no effect on the yields of the subsequent crop of silage maize. Furthermore, no differences were observed in the nitrogen efficiency and the mineral nitrogen in the soil in autumn. Therefore, applying a dressing of nitrogen to the catch crop can be used to increase the yields of the catch crops but has no further effect on the nitrogen utilisation in the field.

Although the results of sowing silage maize late were good, in addition to the aspects mentioned above the cultivation risk also has to be taken into account. In the trial the conditions were such that there were no problems with the relatively late harvesting of the silage maize. For example, waterlogging was not a problem. However, the late sowing of silage maize clearly has a higher cultivation risk.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1 Inleiding	1
2 Materiaal en methoden	2
2.1 Onderzoekslocatie	2
2.2 Proefopzet	2
2.3 Bewerkingen.....	3
2.3.1 Vanggewassen	3
2.3.2 Snijmaïs	3
2.4 Metingen, bemonstering en analyses	3
2.4.1 Grondmonsters.....	3
2.4.2 Gewasmonsters.....	3
2.5 Statistische analyse en berekeningen.....	4
3 Resultaten	6
3.1 N-opbrengst vanggewassen	6
3.2 N-opbrengst snijmaïs.....	7
3.3 Voederwaarde en samenstelling snijmaïs.....	8
3.4 Stikstofefficiëntie en minerale stikstof in de bodem	10
4 Discussie	12
4.1 Vanggewassen	12
4.2 Snijmaïs	13
4.3 N-benutting en -efficiëntie.....	13
5 Conclusies	15
6 Praktijktoepassingen	16
Literatuur	17
Bijlagen	18
Bijlage 1 Overzicht proefschemata	18
Bijlage 2 Perceelsactiviteiten.....	19
Bijlage 3 Verloop van temperatuur en neerslag ten opzichte van een 40 jarig gemiddelde.....	20
Bijlage 4 Totale drogestofopbrengst van vanggewassen en snijmaïs bij vier verschillende voorjaarsbewerkingen in drie verschillende jaren.....	21

1 Inleiding

Na de bloei neemt snijmaïs nog maar amper stikstof op. Door mineralisatie komt er dan juist veel stikstof vrij in de grond, met name op zandgronden. Vanggewassen kunnen een deel van de vrije stikstof in de bodem opnemen en daardoor uitspoeling hiervan voorkomen (Steffens & Vetter, 1984). Vanggewassen zijn een vorm van organische bemesting en een bijkomend voordeel is dan ook dat zij een positief effect kunnen hebben op de bodemvruchtbaarheid (Janssen & van Reuler, 1986). Aarts en Middelkoop (1990) verwachtten op basis van modelberekeningen dat de teelt van een vanggewas kan voorkomen dat de snijmaïs suboptimaal bemest moet worden om aan de EU-nitraatrichtlijn voor grondwater te voldoen. Deze voordelen kunnen theoretisch zo sterk zijn dat het gebruik van vanggewassen ook economisch aantrekkelijk kan zijn.

Als vanggewas zijn naast pure graan- en grassoorten ook mengsels beschikbaar, bijvoorbeeld van bladrogge en triticale of van bladrogge en Italiaans raaigras. Deze mengsels hebben vaak een hogere drogestof opbrengst dan monoculturen. De hoeveelheden stikstof die door vanggewassen gebonden kunnen worden, zijn redelijk goed in te schatten (Schröder, 1987; Scott et al., 1987; Wagger, 1989a, b en Elers & Hartmann, 1988). Het is echter niet duidelijk wat het meest optimale voorjaarsgebruik van vanggewassen is. In de praktijk wordt zowel gebruik gemaakt van vroeg in het voorjaar onderwerken van het vanggewas als van de oogst van een snede alvorens het gewas onder te werken.

In 1998 is op het praktijkcentrum Cranendonck een oriënterende veldproef opgezet (van den Pol- van Dasselaar, 2000). Op basis van deze proef is besloten om een driejarige proef op te zetten. Het doel hiervan was het meest optimale voorjaarsgebruik van vanggewassen te bepalen.

In hoofdstuk 2 wordt de proefopzet toegelicht en verder ook aangegeven hoe de analyses zijn uitgevoerd. De resultaten worden vervolgens besproken in hoofdstuk 3, waarna in hoofdstuk 4 de discussie aan de orde komt. Uiteindelijk worden in hoofdstuk 5 een aantal conclusies getrokken en worden in hoofdstuk 6 de mogelijkheden voor de praktijk beschreven.

2 Materiaal en methoden

In dit hoofdstuk worden de proefomstandigheden toegelicht. Zo worden de onderzoekslocatie, proefopzet en de bewerkingen op de veldjes beschreven. In de laatste paragraaf wordt ingegaan op de statistische analyse, waarbij aangegeven wordt naar welke relaties is gezocht.

2.1 Onderzoekslocatie

Op proefbedrijf Cranendonck is in de periode 1999-2001 een veldproef uitgevoerd waarin vanggewassen op verschillende tijdstippen zijn gescheurd. De proef is aangelegd op een normaal vochthoudende zandgrond (enkeerd) te Soerendonck. Op het perceel is tussen 1968 en 1982 continu snijmaïs verbouwd. Van 1982 t/m 1990 heeft er gras op het perceel gestaan. In 1990 is er op het perceel luzerne geteeld, om er vervolgens vanaf 1995 weer snijmaïs te verbouwen. De humushoudende bovengrond is gemiddeld 100 cm dik met als uitersten 75 en 130 cm.

2.2 Proefopzet

De teelt van drie vanggewassen gevolgd door de teelt van snijmaïs zijn met verschillende bemestingsniveaus en tijdstippen van onderwerken van het vanggewas, gecombineerd tot 48 behandelingen. Deze behandelingen liggen in drie herhalingen (tabel 2), waardoor er 144 proefveldjes zijn.

De snijmaïs die na het vanggewas geteeld is, is bemest met 20 kg stikstof uit rijenbemesting (L) of 20 kg N uit rijenbemesting, aangevuld met 160 kg N breedwerpig gestrooid (H). Het ondergewerkte vanggewas heeft géén N-bemesting gehad (O) of is bemest met 30 kg stikstof (B). Er zijn drie verschillende vanggewassen in de proef gebruikt:

- Bladrogge,
- Nitrafix (*90% blad Rogge en 10% triticale*) en/of
- Demarrage (*70% blad Rogge en 30% italiaans raaigras*).

Deze vanggewassen zijn op vier verschillende momenten in het voorjaar ondergewerkt: half maart (1), half april na de oogst van een snede (2), half april (3) en half mei na de oogst van een snede (4). Bijlage 1 geeft een plattegrond van het proefveld.

Tabel 2 Verdeling van objecten (aantal veldjes)

Vanggewas	Bemesting vanggewas Bemesting maïs →	Bewerking								Totaal
		Onderwerken Maart (1)		Oogsten April (2)		Onderwerken April (3)		Oogsten Mei (4)		
		L	H	L	H	L	H	L	H	
Rogge	O	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	B	3	3	3	3	3	3	3	3	24
Nitrafix	O	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	B	3	3	3	3	3	3	3	3	24
Demarrage	O	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	B	3	3	3	3	3	3	3	3	24
Totaal	Totaal	18	18	18	18	18	18	18	18	144

2.3 bewerkingen

2.3.1 Vanggewassen

De vanggewassen zijn in het najaar na de snijmaïsoogst gezaaid met behulp van een pijpenzaaimachine. De data staan weergegeven in bijlage 2. De hoeveelheid zaaizaad die gebruikt is, bedroeg voor Rogge en Nitrafix 100 kg/ha en voor Demarrage 75 kg/ha. De vanggewassen zijn bemest met 30 kg N/ha uit kunstmest. Deze bemestingen zijn breedwerpig uitgevoerd.

2.3.2 Snijmaïs

De snijmaïs op de veldjes van bewerkingen 1, 2 en 3 is direct na het onderwerken in half april gezaaid. Bij de vanggewassen die geoogst werden in mei, bewerking 4, is de snijmaïs direct na de grondbewerking in mei gezaaid. Voor alle rijenbemestingen is een "23-23-0" meststof gebruikt. De breedwerpige bemestingen zijn gedaan in de vorm van KAS. Alle bemestingen op snijmaïs zijn toegediend in de vorm van kunstmest. In 1999 is het snijmaïsras Symphony gebruikt en in de jaren 2000 en 2001 het ras Goldoli. De snijmaïs is gezaaid op een rijenafstand van 75 cm. De uiteindelijke plantdichtheid bedroeg ca. 110.000 – 120.000 planten per ha. Onkruidbestrijding tijdens het groeiseizoen werd uitgevoerd zoals in de praktijk gebruikelijk is.

Onder droge omstandigheden kon de vochtvoorziening van de snijmaïs een probleem vormen. Dit is met behulp van beregening ondervangen. De snijmaïs is geoogst op het moment dat de korrel deegrijp was. De snijmaïs die in april is gezaaid, is hierdoor eerder geoogst dan de snijmaïs die in mei is gezaaid. Bijlage 2 geeft een overzicht van de uitgevoerde activiteiten op de perceeltjes.

2.4 Metingen, bemonstering en analyses

2.4.1 Grondmonsters

Van alle veldjes zijn op drie tijdstippen grondmonsters genomen (in het voorjaar vóór de bemesting, in de eerste helft van juni (3-4 bladstadium van de snijmaïs) en in het najaar) voor onderzoek op de hoeveelheden minerale bodemstikstof. De bemonsteringen zijn diagonaal over de veldjes uitgevoerd op dieptes van 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm. Per object zijn mengmonsters gemaakt die zijn geanalyseerd op minerale stikstof (N-min).

2.4.2 Gewasmonsters

De individuele veldjes hadden een afmeting van 6 meter bij 8,5 meter. Hiervan werden bij de vanggewassen de binnenste 4 x 1,5 meter en bij snijmaïs de binnenste 4 x 3 meter bestemd voor opbrengstbepalingen en bemonsteringen.

- Vanggewassen

De vanggewassen zijn geoogst bij behandelingen 2 en 4 (zie tabel 2). Bij de behandelingen 1 en 3 is het vanggewas direct ondergewerkt. Alleen aan de vanggewassen op de veldjes met 180 kg N/ha bemesting bij snijmaïs, werden de ds-opbrengst en het N-gehalte van het vanggewas bepaald. Voor de opbrengstbepalingen van de vanggewassen werd gebruik gemaakt van de Haldrup- proefveldoogstmachine waarvan de maaibreedte 1,50 meter is. De lengte van de Netto-veldjes bedroeg 4 meter, zodat 6 m² werd geoogst. Bij het maaïen werd een stopplengte van 5 cm aangehouden. De gemaaide hoeveelheid werd gewogen en vervolgens bemonsterd voor bepaling van het drogestof gehalte. Hiertoe werden de monsters gedurende 24 uur gedroogd, bij 70 °C en daarna uitgewogen.

- Snijmaïs

Bij de oogst is de snijmaïs op de volgende wijze bemonsterd: per veldje werden 20 planten (per netto rij 5 opeenvolgende planten, diagonaalsgewijs verdeeld over het netto-gedeelte) geoogst, gehakseld en gewogen. Van het gehakselde materiaal zijn vervolgens twee submonsters genomen van ca. 800 gram voor een bepaling van het drogestofgehalte. Na het nemen van de monsters is het netto-veldje rij-voor-rij gehakseld en is het versgewicht bepaald.

In 2000 is de snijmaïs ook geanalyseerd op VEM, DVE, OEB, VEVI, VOS, FOS, structuurwaarde, RE, RC, RAS, VCOS, Suiker, Zetmeel, NDF, ADF en ADL. Deze parameters zijn bepaald door middel van NIRS-analyse.

2.5 Statistische analyse en berekeningen

De proef is opgezet als een split-plot proef in drie herhalingen. Hierbij worden de behandelingsfactoren verloot binnen verschillende strata. De combinatie van *bewerking x vanggewas x bemesting vanggewas* is verloot binnen elke herhaling. De bemestingsniveau's voor snijmaïs zijn niet verloot. De veldjes met de hoogste bemesting liggen aan de straatkant van het proefperceel. De proefopzet is weergegeven in bijlage 1.

De resultaten zijn geanalyseerd met behulp van een variantie analyse. Bij de variantieanalyse is gebruik gemaakt van de ANOVA-functie van Genstat 5 versie 4.2. Als factoren zijn herhalingen, bemesting snijmaïs en jaar opgenomen. De te verklaren factoren waren; bemesting vanggewas, bemesting snijmaïs, bewerking en soorten vanggewassen. De verklarende variabelen waren kg ds snijmaïs per ha, N-gehalte snijmaïs, N-opbrengst per ha snijmaïs, N- efficiëntie en N-mineraal in de bodem.

De analyse in Genstat ziet er dan als volgt uit:

*BLOCK Herhaling/plot/bemesting maïs *Jaar*

*TREATMENTS bemesting vanggewas *bemesting maïs *bewerking *vanggewas*

Dezelfde variantieanalyse, maar dan zonder de te verklarende factor bemesting snijmaïs is gedaan met behulp van de verklarende variabelen; Kg ds per ha vanggewassen, N-gehalte vanggewassen en kg N per ha vanggewassen. De analyse in Genstat is dan als volgt:

*BLOCK Herh/plot *Jaar*

*TREATMENTS bemesting vanggewas *bewerking *vanggewas*

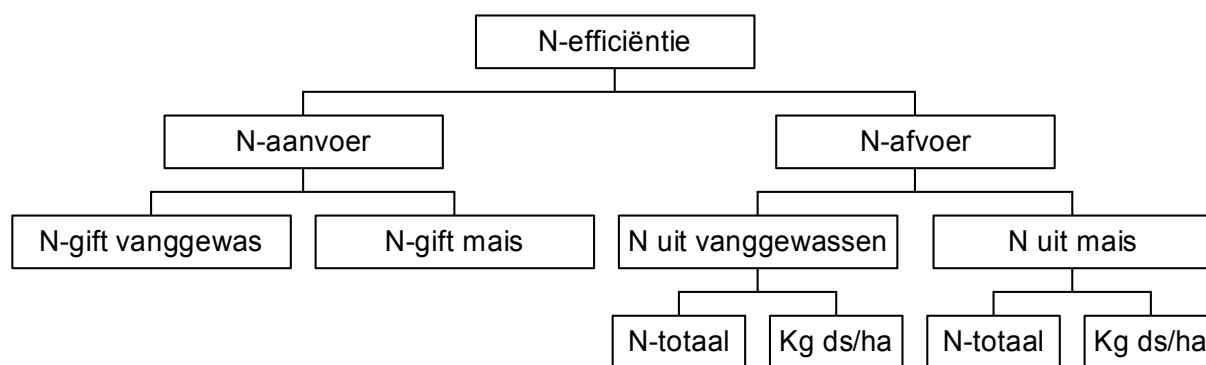
Verder is er ook een variantieanalyse uitgevoerd voor de verklarende variabelen VEM, VEVI, DVE, OEB, VOS, VCOS, FOS, RE, RC, RAS en het zetmeelgehalte. Hierbij is de factor Jaar en de verklarende factor bemesting maïs weggelaten. Deze voederwaarden zijn slechts in één jaar bepaald, bij één bemestingstrap voor maïs. De analyse in Genstat is dan als volgt:

*BLOCK Herh/plot *Jaar*

*TREATMENTS bemvanggewas *bewerking *gewas*

Om de invloed van verschillend voorjaarsgebruik van verschillende vanggewassen voorafgaand aan de snijmaïsteelt op de stikstofbenutting te kunnen bepalen is de stikstofefficiëntie berekend (figuur 1).

Figuur 1 N-efficiëntie



N-efficiëntie = N-opbrengst/Netto N-aanvoer. In deze proef is de stikstof aanvoer op een perceel gekwantificeerd door de N-bemesting van het vanggewas en de snijmaïs. De stikstofafvoer is gekwantificeerd als de N-opbrengst van zowel het vanggewas als de snijmaïs. In figuur 1 is te zien dat de N-opbrengst berekend wordt uit het product van het N-gehalte en de drogestofopbrengst van het geoogste gewas.

In de hierop volgende paragrafen worden de resultaten verder toegelicht. De resultaten zijn hierbij onderverdeeld in de volgende onderwerpen:

- N-opbrengst vanggewassen
- N-opbrengst snijmais
- Voederwaarde en samenstelling
- N-efficiëntie
- N-mineraal in de bodem

De verschillen tussen de vier behandelingen kunnen door deze parameters worden gekarakteriseerd. In figuur 1 worden de relaties tussen de verschillende bepalingen uit deze proef aangegeven. De N-efficiëntie is de maat voor de benutting van de aangevoerde stikstof in oogstbare producten.

3 Resultaten

Hieronder worden de resultaten van de proef besproken. Dit is gedaan aan de hand van de variantieanalyses.

3.1 N-opbrengst vanggewassen

In deze paragraaf worden zowel de N-opbrengst als de deelvariabelen drogestofopbrengst en N-gehalte van de vanggewassen bij verschillend voorjaarsgebruik besproken. Het vanggewas is alleen bij de bewerkingen 2 en 4 geoogst.

Tabel 3 N-opbrengst, ds-opbrengst en N-gehalte van vanggewassen van onbemeste en bemeste vanggewassen. Getallen in dezelfde rij met verschillend superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$)

	0 kg N/ha (O)	30 kg N/ha (B)
N-opbrengst (kg N/ha)	19,33 ^a	30,64 ^b
Ds-opbrengst (kg ds/ha)	1.884 ^a	2.675 ^b
N-gehalte (g/kg ds)	13,33 ^a	13,75 ^a

Uit tabel 3 blijkt dat de N-opbrengst en ds-opbrengst op de bemeste veldjes significant hoger zijn dan op de onbemeste veldjes. Het N-gehalte is echter niet significant hoger. Blijkbaar heeft een kunstmestgift van 30 kg N/ha vooral effect op de groei in kilogrammen drogestof en niet op het stikstofgehalte in het gewas.

In tabel 4 zijn de N-opbrengst, drogestofopbrengst en N-gehalte van de vanggewassen Demarrage, Nitrafix en rogge weergegeven.

Tabel 4 N-opbrengst, ds-opbrengst en N-gehalte van de vanggewassen Demarrage, Nitrafix, en rogge. Getallen in dezelfde rij met verschillend superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$)

	vanggewas		
	Demarrage	Nitrafix	rogge
N-opbrengst (kg N/ha)	25,14 ^a	25,77 ^a	24,03 ^a
Ds-opbrengst (kg ds/ha)	2.478 ^a	2.586 ^a	1.774 ^b
N-gehalte (g/kg ds)	11,75 ^a	12,05 ^a	16,83 ^b

Uit tabel 4 blijkt dat de N-opbrengst van de vanggewassen niet significant verschilt. Opvallend is echter wel dat er wel significante verschillen zijn bij de deelvariabelen die samen in de N-opbrengst resulteren. Bij rogge is de drogestof opbrengst significant lager dan bij Demarrage en Nitrafix. Het N-gehalte van rogge is daarentegen weer significant hoger dan van Demarrage en Nitrafix. Tussen Demarrage en Nitrafix verschillen zowel drogestofopbrengst als N-gehalte niet significant.

In tabel 5 worden N-opbrengst, drogestofopbrengst en N-gehalte bij de voorjaarsbewerkingen *oogsten in april* en *oogsten in mei* vergeleken. Voor de overige twee bewerkingen zijn geen gegevens weergegeven, omdat de opbrengst niet bepaald is.

Tabel 5 N-opbrengst, ds-opbrengst en N-gehalte van vanggewassen bij verschillende voorjaarsbewerkingen. Getallen in dezelfde rij met verschillend superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$)

	Onderwerken maart (1)	Oogsten april (2)	Onderwerken april (3)	Oogsten Mei (4)
N-opbrengst (kg N/ha)		22,33 ^a		27,63 ^b
Ds-opbrengst (kg ds/ha)		1.282 ^a		3.276 ^b
N-gehalte (g/kg ds)		17,97 ^a		9,12 ^b

In tegenstelling tot de N-opbrengst van het soort vanggewas verschilt de N-opbrengst tussen de voorjaarsbewerkingen wel significant (tabel 5). Hoewel de drogestofopbrengst van de voorjaarsbewerking oogsten in mei significant hoger is dan bij de voorjaarsbewerking oogsten in april en het N-gehalte bij oogsten in mei significant lager is, is de N-opbrengst bij oogsten in mei significant hoger dan bij oogsten in april.

3.2 N-opbrengst snijmaïs

In deze paragraaf worden de resultaten van zowel de N-opbrengst als de deelvariabelen drogestofopbrengst en N-gehalte van de snijmaïs bij verschillend voorjaarsgebruik besproken.

In tabel 6 zijn de resultaten van N-opbrengst, drogestofopbrengst en N-gehalte van de snijmaïs bij verschillende bemestingsniveaus van de vanggewassen weergegeven. (Onbemest (O) en Bemest (B))

Tabel 6 N-opbrengst, ds-opbrengst en N-gehalte van snijmaïs bij onbemeste en bemeste vanggewassen. Getallen in dezelfde rij met verschillend superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$)

Bemesting vanggewas	0 kg N/ha (O)	30 kg N/ha (B)
N-opbrengst (kg N/ha)	120,08 ^a	123,02 ^a
Ds-opbrengst (kg ds/ha)	11.772 ^a	11.741 ^a
N-gehalte (g/kg ds)	10,51 ^a	11,76 ^b

Uit tabel 6 blijkt dat het verschil in bemestingsniveau bij de vanggewassen in het voorjaar geen invloed heeft op de drogestof opbrengst van snijmaïs. Gemiddeld over drie jaar was de snijmaïs opbrengst ruim 11.700 kg ds per ha. Voor het N-gehalte van de snijmaïs blijkt dat er wel degelijk invloed is van het bemestingsniveau van de vanggewassen. Bij bemesting van het vanggewas is het N-gehalte van de snijmaïs significant hoger. Dit verschil is echter niet groot genoeg om een significant verschil in N-opbrengst te veroorzaken. Dit geldt zowel voor alle individuele jaren als voor het driejarig gemiddelde.

In tabel 7 zijn de resultaten van N-opbrengst, drogestofopbrengst en N-gehalte van de snijmaïs bij verschillende bemestingsniveaus van weergegeven.

Tabel 7 N-opbrengst, ds-opbrengst en N-gehalte van snijmaïs bij verschillende bemestingsniveaus voor snijmaïs. Getallen in dezelfde rij met verschillend superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$)

Bemesting snijmaïs	180 kg N/ha (H)	20 kg N/ha (L)
N-opbrengst (kg N/ha)	156,01 ^a	94,69 ^b
Ds-opbrengst (kg ds/ha)	13.512 ^a	10.000 ^b
N-gehalte (g/kg ds)	11,66 ^a	9,70 ^b

Tabel 7 laat zien dat een verschil in bemestingsniveau bij snijmaïs significante verschillen veroorzaakt bij zowel de drogestofopbrengst als het N-gehalte. Dit leidt tot een significant hogere N-opbrengst bij de maïsveldjes die met 180 kg N/ha bemest werden ten op zichte van de maïsveldjes die met 20 kg N/ha bemest werden.

In tabel 8 zijn de resultaten van N-opbrengst, drogestofopbrengst en N-gehalte van de snijmaïs bij verschillende vanggewassen weergegeven.

Tabel 8 N-opbrengst, ds-opbrengst en N-gehalte van snijmaïs bij verschillende vanggewassen. Getallen in dezelfde rij met verschillend a,b superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$). Getallen in dezelfde rij met verschillend x,y superscript geven een tendens voor een verschil aan ($0,05 < p < 0,10$)

Vanggewas	Demarrage	Nitrafix	Rogge
N-opbrengst (kg N/ha)	118,71 ^x	123,45 ^y	122,52 ^y
Ds-opbrengst (kg ds/ha)	11.445 ^a	11.828 ^b	11.995 ^b
N-gehalte (g/kg ds)	10,82 ^a	10,62 ^{ab}	10,47 ^b

Tabel 8 laat zien dat het gebruik van rogge resulteert in een significant lager N-gehalte van de snijmaïs ten op zichte van Demarrage. Het N-gehalte van de snijmaïs bij het voorjaarsgebruik van Nitrafix verschilt noch met Demarrage noch met rogge. Het gebruik van rogge en Nitrafix resulteert in een significant hogere drogestof opbrengst van snijmaïs ten op zichte van het gebruik van Demarrage. Er is geen significant verschil in drogestof opbrengst van maïs bij het gebruik van rogge en Nitrafix. De verschillen in N-gehalten en drogestof opbrengst leiden echter niet tot een significant verschil in N-opbrengst. Wel is er een tendens waar te nemen. Zowel het gebruik van Nitrafix als van rogge lijkt tot een hogere N-opbrengst van de snijmaïs te leiden ten opzichte van het gebruik van Demarrage. Er is geen verschil in N-opbrengst van de maïs tussen Nitrafix en rogge.

In tabel 9 worden de factoren bij de verschillende voorjaarsbewerkingen vergeleken. Zowel het verschil tussen onderwerken en maaien als het verschil in tijdstip van maaien wordt verder toegelicht.

Tabel 9 N-opbrengst, ds-opbrengst en N-gehalte van snijmaïs bij verschillende voorjaarsbewerkingen. Getallen in dezelfde rij met verschillend superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$)

	Onderwerken maart (1)	Oogsten april (2)	Onderwerken april (3)	Oogsten mei (4)
N-opbrengst (kg N/ha)	121,18 ^a	116,72 ^a	121,35 ^a	107,16 ^b
Ds-opbrengst (kg ds/ha)	11.376 ^a	10.886 ^b	11.148 ^{ab}	13.615 ^c
N-gehalte (g/kg ds)	10,73 ^a	10,86 ^{ab}	11,01 ^b	9,98 ^c

Oogsten in half mei leidt tot significant lagere N-gehalten in de snijmaïs in vergelijking met de andere voorjaarsbewerkingen (tabel 9). Onderwerken in maart leidt tot significant lagere N-gehalten in snijmaïs dan wanneer er ondergewerkt wordt in half april. Oogsten van het vanggewas in half april leidt niet tot significant lagere N-gehalten in de maïs ten op zichte van de voorjaarsbewerking waarbij het vanggewas niet geoogst wordt. Wanneer het vanggewas geoogst wordt in half april leidt dit tot lagere drogestofopbrengsten van snijmaïs dan wanneer er in maart ondergewerkt en niet geoogst zou worden. Oogsten of niet oogsten in half april maakt echter geen significant verschil in drogestofopbrengst van snijmaïs. Ook heeft het moment van onderwerken van het vanggewas (maart of april) geen significant effect op de drogestofopbrengst van snijmaïs. Wel is duidelijk dat oogsten in half mei resulteert in significant hogere drogestofopbrengsten van snijmaïs, in vergelijking met alle andere methoden. Uiteindelijk leidt dit alles tot een significant hogere N-opbrengst van snijmaïs bij oogsten in mei ten opzichte van de andere voorjaarsbewerkingen.

3.3 Voederwaarde en samenstelling snijmaïs

Naast de invloed van de variabelen op de N-opbrengst is ook de invloed op de voederwaarde en samenstelling van de snijmaïs geanalyseerd. De voederwaarde van de snijmaïs is alleen in het jaar 2000 bepaald op de maïsveldjes met een hoge stikstofbemesting.

In tabel 10 staan de gemiddelde samenstelling en voederwaarde van snijmaïs weergegeven bij twee verschillende bemestingsniveaus van vanggewassen.

Tabel 10 Voederwaarde (per kg ds) en samenstelling (g/kg) van snijmaïs in 2000 bij bij onbemeste en bemeste vanggewassen. Getallen in dezelfde rij met verschillend superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$)

Voederwaarde en samenstelling snijmaïs In gram/kg ds	0 kg N/ha (O)	30 kg N/ha (B)
VEM	1001 ^a	1000 ^a
DVE	61 ^a	61 ^a
OEB	-48 ^a	-47 ^a
VOS	748 ^a	749 ^a
VCOS	77 ^a	77 ^a
FOS	527 ^a	524 ^a
RE	69 ^a	70 ^a
RC	184 ^a	182 ^a
RAS	27 ^a	27 ^a
Zetmeel	365 ^a	369 ^a

Uit tabel 10 blijkt dat er helemaal geen invloed van bemestingsniveau bij vanggewassen is op de voederwaarde en/of samenstelling van de daaropvolgend verbouwde snijmaïs.

In tabel 11 worden de verschillen in voederwaarde en samenstelling van snijmaïs weergegeven bij drie verschillende soorten vanggewassen.

Tabel 11 Voederwaarde (per kg ds) en samenstelling (g/kg) van snijmaïs bij verschillende vanggewassen. Getallen in dezelfde rij met verschillend a,b superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$). Getallen in dezelfde rij met verschillend x,y superscript geven een tendens voor een verschil aan ($0,05 < p < 0,10$)

Voederwaarde en samenstelling snijmaïs In gram/kg ds	Demarrage		Rogge
VEM	996 ^x	1009 ^y	995 ^x
DVE	61 ^a	61 ^a	61 ^a
OEB	-48 ^a	-47 ^a	-48 ^a
VOS	746 ^x	754 ^y	747 ^x
VCOS	77 ^a	77 ^a	77 ^a
FOS	527 ^a	523 ^a	527 ^a
RE	69 ^a	70 ^a	70 ^a
RC	185 ^a	179 ^a	185 ^a
RAS	28 ^x	25 ^y	27 ^x
Zetmeel	363 ^a	375 ^a	363 ^a

De voederwaarde parameters van snijmaïs verschillen niet significant bij de teelt van Demarrage, Nitrafix of rogge als vanggewas. Wel treden er tendensen op ($0,05 < p < 0,10$). Zo lijkt het er op dat het verbouwen van Nitrafix alvorens snijmaïs te verbouwen resulteert in een iets hogere VEM-waarde van de snijmaïs. Dit geldt ook voor de VOS. Dit is overigens logisch te noemen aangezien de correlatiecoëfficiënt tussen VEM en VOS erg hoog is. Er zijn geen tendentieuze verschillen voor VCOS, wat betekend dat bij een hoger VOS het OS-gehalte van snijmaïs na Nitrafix waarschijnlijk de tendens heeft hoger te zijn. Dit wordt nog eens bevestigd door de tendens van een lager RAS gehalte bij Nitrafix.

In tabel 12 staan de voederwaarde en samenstelling van snijmaïs weergegeven bij vier verschillende voorjaarsbewerkingen.

Tabel 12 Voederwaarde (per kg ds) en samenstelling (g/kg) van snijmaïs bij vier verschillende voorjaarsbewerkingen. Getallen in dezelfde rij met verschillend superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$)

	Onderwerken maart (1)	Oogsten april (2)	Onderwerken april (3)	Oogsten mei (4)
VEM	997 ^{ac}	1010 ^b	1008 ^{ab}	986 ^c
DVE	59 ^a	59 ^a	59 ^a	64 ^b
OEB	-48 ^a	-46 ^{ab}	-45 ^b	-53 ^c
VOS	748 ^{ab}	755 ^a	753 ^a	740 ^b
VCOS	76 ^a	77 ^b	77 ^b	76 ^a
FOS	519 ^a	513 ^{ab}	507 ^b	562 ^c
RE	68 ^a	69 ^a	70 ^a	71 ^a
RC	184 ^a	176 ^{ab}	174 ^b	198 ^c
RAS	25 ^a	25 ^a	27 ^a	30 ^b
Zetmeel	375 ^a	389 ^a	393 ^a	312 ^b

De voederwaarde en samenstelling van de snijmaïs wordt wel significant beïnvloed door de voorjaarsbewerking. Een kanttekening is daarbij echter wel noodzakelijk. De gegevens van de voederwaarde en de samenstelling van de snijmaïs zijn slecht van één jaar. De variatie van de variabelen binnen de factoren is daardoor erg klein. Hierdoor zijn geringe verschillen vaak al significant. Hierop wordt verder ingegaan in de discussie. De meest in het oogspringende verschillen zijn de VEM-waarde en het zetmeelgehalte.

De VEM-waarden bij oogsten half april en onderwerken half april zijn significant hoger dan de VEM waarde bij oogsten half mei. Bij oogsten in april is de gemiddelde VEM-waarde van snijmaïs ook nog eens significant hoger dan bij onderwerken in maart. Voor het zetmeel gehalte geldt dat dit gehalte bij oogsten in mei lager is dan bij de overige voorjaarsbewerkingen. Tussen de voorjaarsbewerkingen onderwerken maart, oogsten april en onderwerken april zijn significante verschillen waargenomen.

3.4 Stikstofefficiëntie en minerale stikstof in de bodem

Een andere factor die een beeld kan geven van de stikstofbenutting is de hoeveelheid stikstof (kg N/ha van 0 –90 cm) die in de bodem achterblijft na de snijmaïsteelt. Het risico is groot dat deze stikstof in de winter uitspoelt. De resultaten van de variantieanalyses staan weergegeven in tabel 13 t/m tabel 16.

Tabel 13 N-efficiëntie bij onbemeste (O) en bemeste (B) vanggewassen voor lage en hoge bemesting snijmaïs. Getallen in dezelfde rij en kolom met verschillend superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$)

N-efficiëntie	Bemesting vanggewas →	0 kg N/ha (O)	30 kg N/ha (B)
Bemesting snijmaïs			
180 kg N/ha (H)		58 ^a	49 ^a
20 kg N/ha (L)		401 ^b	177 ^c

Uit de cijfers in tabel 13 blijkt dat de N-efficiëntie significant hoger is op de maïsveldjes die 20 kg N hebben gekregen dan op de veldjes die 180 kg N hebben gekregen. Op de veldjes waar de snijmaïs met 20 kg N per hectare werd bemest is de N-efficiëntie op de veldjes met een stikstof gift bij het vanggewas (B) significant hoger dan op de veldjes waar het vanggewas niet bemest is. Bij de veldjes waar de snijmaïs met 180 kg N per hectare werd bemest is dit verschil niet aanwezig.

Er blijft ook significant minder stikstof in de bodem achter bij de lage bemesting van snijmaïs (tabel 14).

Tabel 14 N-mineraal in de bodem in het najaar (kg N/ha) bij onbemeste (O) en bemeste (B) vanggewassen. Getallen in dezelfde rij en kolom met verschillend superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$)

N-min in de bodem in het najaar (kg N/ha)	Bemesting vanggewas →	0 kg N/ha (O)	30 kg N/ha (B)
Bemesting snijmaïs			
180 kg N/ha		74,0 ^a	81,0 ^a
20 kg N/ha		41,4 ^b	42,6 ^b

Tabel 14 laat zien dat er geen significante verschillen optreden in N –mineraal in de bodem tussen het wel of niet bemesten van het vanggewas. Het maakt wel uit of de snijmaïs veel of weinig bemest wordt.

Tabel 15 N-efficiëntie en N-mineraal (Kg N/ha) in de bodem in het najaar bij verschillende vanggewassen. Getallen in dezelfde rij met verschillend superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$)

Vanggewassen	Demarrage	Nitrafix	rogge
N-efficiëntie %	168 ^a	172 ^a	174 ^a
Kg N/ha (0-90 cm)	56,1 ^a	57,9 ^a	57,1 ^a

Tabel 15 laat zien dat de N-efficiëntie evenals de hoeveelheid N-mineraal die in de het najaar in de bodem achterblijft niet wordt beïnvloed door de keuze van het vanggewas.

Tabel 16 N-efficiëntie en N-mineraal (Kg N/ha) in de bodem in het najaar bij verschillend voorjaarsgebruik. Getallen in dezelfde rij met verschillend superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$)

Bewerking	Onderwerken maart (1)	Oogsten april (2)	Onderwerken april (3)	Oogsten mei (4)
N-efficiëntie %	151 ^a	182 ^b	152 ^a	200 ^c
Kg N/ha (0-90 cm)	59,8 ^a	60,0 ^a	61,3 ^a	48,1 ^b

Tabel 16 laat zien dat vooral de resultaten bij oogsten in mei afwijken van de resultaten bij de overige voorjaarsbewerkingen. De N-efficiëntie bij oogsten mei is dan ook significant hoger dan de N-efficiëntie van alle andere voorjaarsbewerkingen. Ook de resultaten bij oogsten in april wijken af van alle overige bewerkingen. De N-efficiëntie van deze voorjaarsbewerking is significant hoger dan de N-efficiënties van de voorjaarsbewerkingen waarbij het vanggewas ondergewerkt is. De N-efficiëntie bij oogsten in april is echter wel significant lager dan bij oogsten in mei. Bij de voorjaarsbewerkingen waarbij er een snede geoogst wordt is er sprake van een directe bijdrage aan de N-opbrengsten. Bij voorjaarsbewerkingen waarbij het vanggewas ondergewerkt is er sprake van een indirecte bijdrage aan de N-voorziening van de daaropvolgend verbouwde snijmaïs. Bij de parameter N-mineraal in de bodem, zijn deze in directe verbanden nog sterker. Tabel 16 laat dan ook zien dat er bij deze factoren geen sprake meer is van een significant verschil tussen de eerste drie voorjaarsbewerkingen (1, 2 en 3).

Oogsten in mei heeft wel bij alle factoren een invloed op de resultaten. Bovendien is de hoeveelheid stikstof die achterblijft in de bodem met 48,1 kg het laagst t.o.v. de andere behandelingen.

4 Discussie

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste resultaten uit het vorige hoofdstuk in een breder kader geplaatst. Ook is de invloed van de proefomstandigheden op de resultaten nader bekeken.

In tabel 17 staat een samenvatting van de resultaten zoals die zijn gevonden in deze proef.

Tabel 17 Effect van verschillende behandelingen op N-opbrengst, ds-opbrengst, N-efficiëntie en N-mineraal in de bodem

Bewerking	Onderwerken maart (1)	Oogsten april (2)	Onderwerken april (3)	Oogsten mei (4)
N-opbrengst (totaal)	+/-	+/-	+/-	-
Ds-opbrengst (totaal)	+/-	-	+/-	+
<i>N-opbrengst Snijmaïs</i>	+/-	+/-	+/-	+
<i>Ds-opbrengst Snijmaïs</i>	+/-	-	+/-	+
<i>N-opbrengst vanggewas</i>	<i>nvt</i>	+/-	<i>nvt</i>	+
<i>Ds-opbrengst vanggewas</i>	<i>nvt</i>	+/-	<i>nvt</i>	++
N-efficiëntie	+/-	+	+/-	++
N-mineraal	+/-	+/-	+/-	+

(de beoordeling varieert van – tot ++, waarbij ++ betekent dat de betreffende bewerking zeer goed scoort op het betreffende punt)

Het oogsten van een vanggewas in half mei, waarna direct snijmaïs gezaaid wordt levert een hoge drogestof opbrengst van zowel snijmaïs als vanggewas op in deze proef. Ook de stikstof efficiëntie is het hoogst bij het oogsten van het vanggewas in mei. Om deze resultaten direct over te nemen naar de praktijk zou echter voorbarig zijn. De weersomstandigheden waren tijdens de proefjaren erg gunstig in zowel voorjaar als najaar. In geen van de jaren was er in het voorjaar een vochttekort. Met het oogsten van een vanggewas wordt veel vocht aan de grond onttrokken door gewasverdamping. Bij een vochttekort heeft de oogst van een vanggewas dus een versterkend effect en dit kan ernstige problemen opleveren voor de groeistart van de snijmaïs. Ook in het najaar kan vocht een veroorzaker van problemen zijn. Door een relatief late zaai (half mei) zal de snijmaïs ook later geogst moeten worden. Het risico van een slecht begaanbaar perceel door wateroverlast neemt hierdoor toe.

4.1 Vanggewassen

Tabel 5 liet al zien dat relatief laat oogsten van het vanggewas ten opzichte van het gebruikelijke tijdstip (half april) een duidelijk hogere drogestof opbrengst van het vanggewas realiseert. Het N-gehalte daarentegen is lager zodat de totale hogere N-opbrengst van het bovengrondse deel uiteindelijk slechts 5 kg N per ha oplevert. Verder wordt er een hogere N-opbrengst gerealiseerd door een N-bemesting van het vanggewas in het voorjaar. Door 30 kg N te geven stijgt de N-opbrengst van het bovengrondse deel van het gewas met ongeveer 11 kg per ha. Dit is echter niet voor elk oogsttijdstip gelijk. Een gift van 30 kg N/ha leidt bij een oogst in half april tot een verhoging van de N-opbrengst met 13 kg N/ha. Bij een latere oogst (half mei) is het verschil tussen wel of niet bemesten van het vanggewas maar 9 kg N/ha. Deze verschillen zijn klein, namelijk respectievelijk 9% en 6% van de totale N-opbrengst. Bovendien hebben ze geen invloed op de N-opbrengst van snijmaïs (tabel 6). Wat betreft stikstofefficiëntie heeft een bemesting van het vanggewas in het voorjaar onder normale teeltomstandigheden dus weinig toegevoegde waarde, ook niet wanneer het vanggewas geogst wordt. Vanuit het oogpunt van drogestof opbrengst is het echter anders. Vanggewassen die niet bemest worden hebben een lage drogestofopbrengst, waardoor het oninteressant is om ze te oogsten. Wanneer het dus vast staat dat het vanggewas geogst zal worden is een bemesting dus wel gewenst. Wanneer het vast staat dat het vanggewas niet geogst wordt, maar alleen ondergewerkt zal worden is een bemesting van het vanggewas overbodig.

Het soort vanggewas dat gebruikt is bij het voorjaarsgebruik leidt ook niet tot een significant verschil in N-opbrengst bij vanggewassen. Zoals tabel 8 aangaf is er wel een tendens tot een lagere N-opbrengst van snijmaïs bij het gebruik van Demarrage als vanggewas. Voor de drogestofopbrengst is er een significant verschil waargenomen. Dit is wellicht te wijten aan het feit dat Demarrage als enige vanggewas een deel gras bevat. Uit de literatuur is bekend (Scott et al., 1987) dat grassen in vergelijking met granen meer stikstof vastleggen in de ondergrond. Terwijl granen meer stikstof vastleggen in het bovengrondse deel. Met betrekking tot deze proef betekent de lagere N-opbrengst van snijmaïs bij het gebruik Demarrage als vanggewas dat de stikstof in de ondergrond minder efficiënt benut kan worden door de snijmaïs. Wat de stikstofefficiëntie betreft betekent dit dat

het gebruik van granen de voorkeur heeft boven het gebruik van grassen. De verschillen tussen de gebruikte gewassen zijn echter niet erg groot.

4.2 Snijmaïs

Opmerkelijk is het verschil in drogestofopbrengst van snijmaïs bij de verschillende zaaitijdstippen van snijmaïs (april en mei), zie tabel 9. In de literatuur wordt het advies gegevens om snijmaïs te zaaien bij een bodemtemperatuur van 8-10°C (teelthandleiding maïs, 1993). Onder Nederlandse omstandigheden is dat rond 20-30 april. In dezelfde teelthandleiding wordt ook aangegeven dat een later zaaitijdstip ten koste gaat van de opbrengst en kwaliteit van de snijmaïs. Zoals in paragraaf 3.2 bij tabel 9 is beschreven is, komt dit niet overeen met de resultaten van de proef. De drogestofopbrengsten bij oogsten in mei zijn aanzienlijk hoger dan bij de voorjaarsbewerkingen waar de snijmaïs rond half april is gezaaid. Dat is voor elk afzonderlijk proefjaar het geval. Uit tabel 12 van paragraaf 3.3 bleek dat de verschillen in de kwaliteit erg beperkt zijn. Er worden wel significante verschillen gevonden, maar dat kan deels te wijten zijn aan het feit dat deze gegevens zijn gebaseerd op slechts één jaar (2000). De variatie is (hierdoor) niet erg groot waardoor relatief kleine verschillen al significant zijn. De N-opbrengst van snijmaïs bij oogsten in mei is weliswaar lager, maar dat is vooral te wijten aan een lager N-gehalte in de snijmaïs. Wanneer de totale N-opbrengst per hectare vergeleken wordt (dus inclusief vanggewassen) blijkt deze bij oogsten in mei en in iets mindere mate ook voor oogsten in april duidelijk het hoogst.

4.3 N-benutting en -efficiëntie

Naarmate er minder stikstof toegediend werd, steeg de N-efficiëntie. Dit betekent dat er meer mineralen benut worden uit de bodem en/of organische stof (al dan niet uit plantresten) wanneer er sprake is van een suboptimale bemesting. Dit komt overeen met hetgeen Schröder en De la Lande Cremer in 1989 omschreven: mineralen uit vanggewassen dragen niet of minder bij wanneer de gebonden N niet in mindering wordt gebracht op het volggewas. Verder dragen vanggewassen ook niet bij wanneer de gebonden N te vroeg vrijkomt (Gutser & Vilsmeier, 1989) of te laat vrijkomt (Scott et. al., 1987; Waggener, 1989a, b).

Zoals de resultaten in de proef lieten zien was de opbrengst bij hoge N-bemesting van snijmaïs het hoogst, maar de N-efficiëntie het laagst. Voor de praktijk betekent dit dat voor optimale benutting van de stikstof uit het vanggewas de verwachte levering van mineralen door vanggewassen op de snijmaïs bemesting in mindering moet worden gebracht. In het bemestingsadvies zijn hiervoor richtlijnen aangegeven.

Naarmate het vanggewas minder wordt bemest neemt de N-efficiëntie bij oogsten in mei ten opzichte van oogsten in april sneller toe. Als er vanuit gegaan wordt dat de stikstof recovery van de stikstof uit het vanggewas bij een lage bemesting dan lijkt het erop dat de N uit het vanggewas bij een bewerking rond half april op het verkeerde moment vrijkomt en daardoor minder goed benut wordt. Dit laatste wordt bevestigd door de verschillen in N-mineraal in de bodem in het najaar, na de snijmaïsoogst (tabel 16). Het N-mineraal in de bodem in het late najaar kan een verband suggereren met de nitraatconcentratie in de bodem (ten Berge, 2002). Het N-mineraal gehalte in de bodem in het najaar is bij oogsten in mei beduidend lager dan bij alle andere voorjaarsbewerkingen.

Het is niet helemaal te duidelijk waarom de resultaten bij deze proef in de vorm van opbrengst en kwaliteit niet overeenkomen met wat op basis van het teeltadvies te verwachten valt. Uit de literatuur is bekend dat de temperatuur een sterke invloed heeft op de N-opbrengst en N-vastlegging van het vanggewas (Schweiger, 1967). Ook de remineralisatie van de stikstof uit het gewas is afhankelijk van de temperatuur (Elers en Hartmann, 1988). Uit bijlage 3 blijkt wel dat de weersomstandigheden, aanzienlijk afwijken van het gemiddelde van de afgelopen 40 jaar. In 2000 en 2001 is het in mei en juni warmer dan het gemiddelde, terwijl dat in maart en april maar beperkt is. Het is erg aannemelijk dat de gemiddeld hogere temperaturen in mei en juni een positief effect hebben op de opbrengsten bij de laat gezaaide snijmaïs. Dit omdat zowel de mineralisatie als de beginontwikkeling van de snijmaïs bevorderd worden door de gunstige omstandigheden.

Wat verder in de literatuur als invloedrijk wordt beschouwd is de vochtvoorziening. Wanneer de beschikbaarheid van vocht uit neerslag beperkt is kan de gewasverdamping door de vanggewassen leiden tot een vochttekort (Gutser & Vilsmeier, 1989). Op zandgrond wordt de productie van snijmaïs sterk bepaald door de beschikbaarheid van water (Boer, 1984). Uit bijlage 3 blijkt dat ook de neerslag in 2000 en 2001 afwijkt van het gemiddelde. In 2000 is de neerslag in mei hoger dan het gemiddelde en in 2001 valt er vooral in maart en april veel. In 1999 is er gedurende deze maanden echter een tekort. Het is heel aannemelijk dat dit invloed heeft gehad op de

resultaten. Dit wordt onder andere bevestigd door de grafiek in bijlage 4. Hieruit blijkt dat de totale drogestof opbrengst in 2000 en 2001 hoger is dan in 1999.

Ook de genetische eigenschappen van de snijmaïs kunnen een achterliggende rol spelen bij de resultaten van de proef. De twee gebruikte snijmaïsrassen, Goldoli en Symphony, worden getypeerd als zeer voer tot vroege rassen. Het is niet ondenkbaar dat in combinatie met de beschreven weersomstandigheden de genetische eigenschappen tot een goede opbrengst leiden bij een relatief laat zaaitijdstip.

5 Conclusies

- Mits de omstandigheden gunstig zijn, leidt het oogsten van een vanggewas rond half mei en het zaaien van snijmaïs direct daarna tot hogere drogestofopbrengsten van zowel het vanggewas als de snijmaïs dan wanneer het vanggewas rond half april geoogst wordt en er direct daarna snijmaïs gezaaid wordt.
- Er is geen verschil in N-opbrengst en drogestofopbrengst van snijmaïs indien er wel of niet geoogst wordt.
- Onderwerken van het vanggewas in april versus onderwerken in maart heeft geen effect op N-opbrengst en ds-opbrengst.
- Het bemesten van een vanggewas in het voorjaar heeft weinig toegevoegde waarde voor de totale N-opbrengst (inclusief vanggewas) in een teeltjaar, wel voor de drogestofopbrengst.
- Wanneer Demarrage als vanggewas gebruikt wordt is de snijmaïs opbrengst lager dan wanneer Nitrafix of Rogge als vanggewas gebruikt worden. De verschillen zijn echter wel klein.
- Het al dan niet oogsten van een vanggewas heeft in deze proef geen aantoonbaar effect op de voederwaarde van de snijmaïs.
- De totale N-efficiëntie van een perceel in één teeltjaar wordt hoger wanneer er een snede van het vanggewas geoogst wordt.
- Het oogsten van het vanggewas in mei, leidt tot een lager N-mineraal in de bodem na de snijmaïsoogst dan wanneer het vanggewas in half april wordt geoogst.
- Een late oogst van het vanggewas en daarmee een laat zaaitijdstip van de snijmaïs brengt een groter teeltrisico met zich mee.

6 Praktijktoeepassingen

Naast de uit deze proef getrokken conclusies zijn er tevens een aantal voordelen en nadelen uit en voor de praktijk te noemen. In heuvelachtige gebieden verminderd een vanggewas de kans op erosie. Verder wordt met het verbouwen van een vanggewas organische stof in de bodem gebracht wat de vruchtbaarheid van de bodem ten goede komt. Het vanggewas heeft daarmee ook een gunstig effect op de milieubelasting. Dit komt doordat de plant mineralen uit de bodem vast legt die anders in de winterperiode uit zouden spoelen. Een vanggewas verminderd daarmee ook de aanvoer van stikstof uit kunstmest, omdat de vastgelegde stikstof van de geadviseerde stikstofgift afgetrokken kan worden. Een verminderde stikstof aanvoer brengt ook een economisch voordeel met zich mee. Aan de andere kant zijn er met het inzaaien ook extra kosten gemoeid, zoals zaaizaad en machinekosten. Wanneer het vanggewas in het voorjaar machinaal geoogst zal worden, zullen de bewerkingskosten hoger zijn dan wanneer het vanggewas in het voorjaar beweid of ondergewerkt worden. Wordt het vanggewas geoogst dan zal de veehouder zich af moeten vragen of het gewas wel in het rantsoen past. Ook zal de veehouder het teelt risico moeten inschatten. Deze is voor elke grondsoort anders. Gras als vanggewas heeft een wat lagere opbrengst dan een mengsel als Nitrafix, maar veel veehouders kiezen vaak toch voor gras als vanggewas, omdat gras een hogere verliesnorm kent dan granen. Gedurende de periode dat er gras op het perceel staat mag het perceel ook als zodoende gekenmerkt worden. Dit levert een MINAS voordeel op.

Literatuur

Aarts, H.F.M & N. Middelkoop, 1990. De invloed van de bodemeigenschappen en bemesting op de opbrengst van maïs en de emissies van ammoniak en nitraat. CABO-verslag nr. 131, CABO, Wageningen, 55p.

Berge H.F.M. ten (Ed.), 2002. A review of potential indicators for Nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands. Report 31. Plant Research International B.V., Wageningen, 144 p.

Boer, J., 1984. Factoranalyse-onderzoek in snijmaïs in Oost-overijssel in 1981 en 1982. PAGV-verslag nr. 16, PAGV, Lelystad, 117 p.

Elers, B. & H.D. Hartmann, 1988) Modellversuche zur Mineralisation von Gründungspflanzen. Landw. Forschung 41, p. 3-4.

Gutser, R. & K. Vilsmeier, 1989. Wieviel Stickstoff hinterlassen Zwischenfrüchte? DLG-Mitteilungen 2/1989, p. 66-68.

Janssen, B.H. & H. Van Reuler, 1986. Het effect van de toediening van organisch materiaal aan de grond. In: Themadag 'Organische Stof in de akkerbouw'. PAGV-themaboekje nr.7, PAGV, Lelystad, p. 7-19.

Schweiger, W., 1967. Ertrag und Entwicklungsverschiebung bei Futterroggen in Abhängigkeit van Saatzeit und Höhe de Stickstoffdüngung. Albrecht Thaer Archiv 11, p. 775-784.

Scott, T.W., J. Mt. Pleasant, R.F. Burt & D.J. Otis, 1987. Contributions of ground cover, dry matter and nitrogen from intercrops and covercrops in a corn polyculturesystem. Agron. J. 79, p. 792-798.

Steffens, G. & Vetter, H., 1984. Stickstoffverlagerung nach Gülledüngung mit und ohne Zwischenfrüchtenbau, Landw. Forschung Sonderheft 40, p. 355-362.

Schröder, J. 1987. Continueteelt van snijmaïs in combinatie met wintergewassen. De Buffer 33, p. 31-42.

Schröder, J. & L.C.N. De la Lande Cremer, 1989. Toedienen van drijfmest in maïs (vervolgonderzoek 1985-1987). PAGV-verslag nr. 85, PAGV, Lelystad, 52 p.

Van Dijk, W., 1993. Teelt van maïs. PAGV lelystad. Teelthandleiding nr. 58.

Van den Pol- van Dasselaar, 2000. A. Groenbemester en maïs. Vroeg in het voorjaar onderwerken of toch eerst een snede winnen. Veeteelt maart 1.

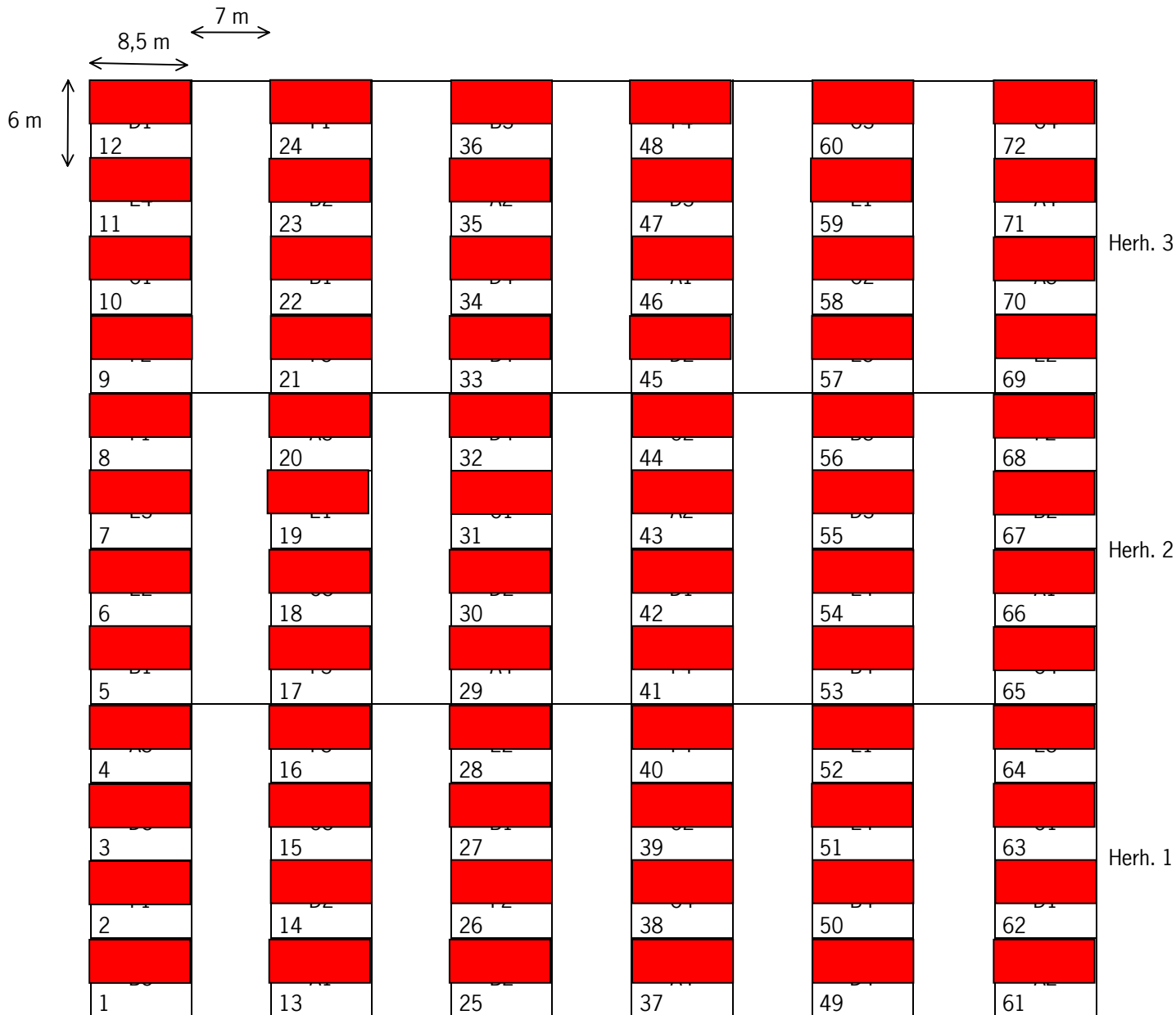
Wagger, M.G., 1989a. Time of desiccation effects on plant composition and subsequent nitrogen release from several winter annual crops. Agron. J. 81, p. 236-241.

Wagger, M.G., 1989b. Cover crop management and nitrogen rate in relation to growth and yield of no-till corn. Agron. J. 81, p. 533-538.

Bijlagen

Bijlage 1 Overzicht proefschema

Proefschema PR 3676



A = rogge, 0 kg N/ha

B = rogge, 30 kg N/ha

C = Nitrafix, 0 kg N/ha

D = Nitrafix, 30 kg N/ha

E = Demarrage, 0 kg N/ha

F = Demarrage, 30 kg N/ha

1 = Onderwerken half maart

2 = Oogst van een snede; onderwerken half april

3 = Onderwerken half april

4 = Oogst van een snede; onderwerken half mei

= Rijenbemesting 20 kg N (L)

= Rijenbemesting 20 kg N + 160 kg N breedwerpig gestrooid (H)

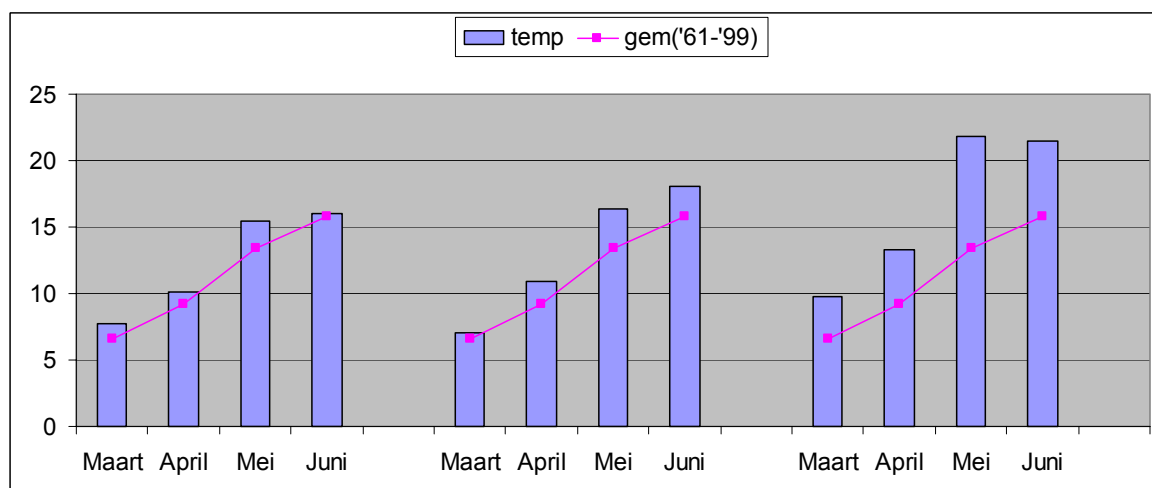
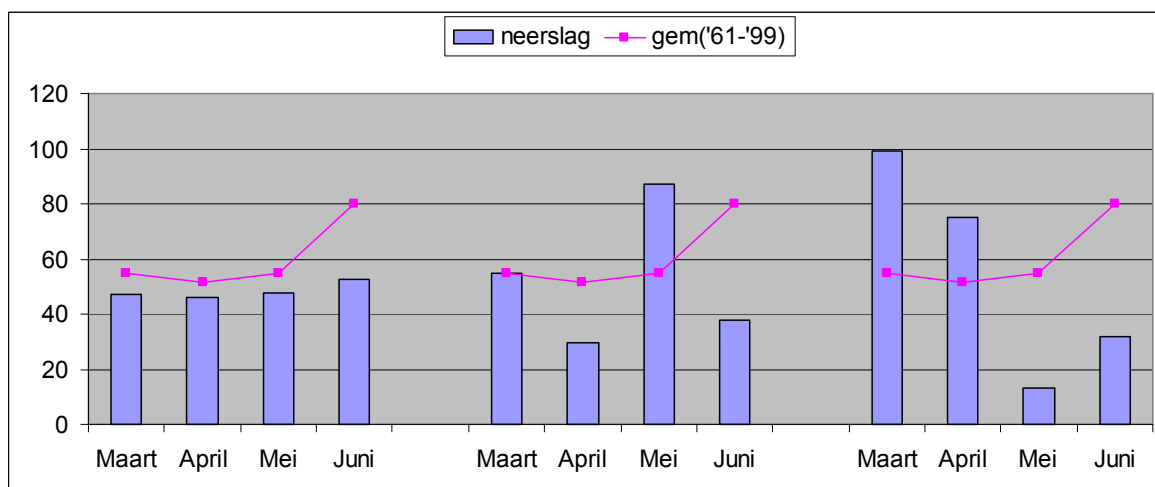
Bijlage 2 Perceelsactiviteiten

Tabel 18 Stikstofbemesting gedurende het jaar

	1999				2000				2001			
	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L
Bemestingstrap snijmais												
Bemestingstrap vanggewas	B	O	B	O	B	O	B	O	B	O	B	O
Totale gift	210	180	50	20	220	190	60	30	210	180	50	20

Activiteit	'98-'99				'99-'00				'00-'01			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Zaaien vanggewas	14-10	14-10	14-10	14-10					19-02	19-02	19-02	19-02
Bemesten	17-03	17-03	17-03	17-03	23-02	23-02	23-02	23-02	27-03	20-04	24-04	18-05
Opbrengstbepaling	07-04	29-04	07-04		28-03	11-04	13-04	15-05	27-03	24-04	24-04	22-05
Frezen	07-04		07-04	19-05	28-03	13-04	13-04	15-05	27-03	24-04	24-04	
Frezen	14-04		14-04		13-04	13-04	13-04					
Spitten		30-04		20-05				15-05				23-05
Zaaien snijmais	06-05	06-05	06-05	21-05	21-04	21-04	21-04	16-05	08-05	08-05	08-05	23-05
Onkruidbestrijding												
Bemesting	06-05	06-05	06-05	21-05	28-04	28-04	28-04	23-05	18-05	18-05	18-05	31-05
Beregenen									juli	juli	juli	juli
Oogsten snijmais					19-09	19-09	19-09	04-10	17-09	17-09	17-09	15-10

Bijlage 3 Verloop van temperatuur en neerslag ten opzichte van een 40 jarig gemiddelde



Bijlage 4 Totale drogestofopbrengst van vanggewassen en snijmais bij vier verschillende voorjaarsbewerkingen in drie verschillende jaren

