

***Vermindering uitspoeling
nutriënten in het Drentsche
Aa gebied***

*Verlaglegging maatregelen op
bedrijfsniveau: Demopercelen
grasklaver en direct zaaien
snijmaïs*

*Udo Prins, Anneke de Vries en
Joachim Deru*



© 2010 Louis Bolk Instituut

Publicatienummer: 2010-017 LbD

Vermindering uitspoeling nutriënten in het Drentsche Aa gebied

Verslaglegging maatregelen op bedrijfsniveau: Demopercelen
grasklaver en direct zaaien snijmaïs

Udo Prins, Anneke de Vries en Joachim Deru

Voorwoord

De demoproeven die hier gepresenteerd worden zijn gedaan in het kader van een overkoepelend project ter vermindering van de uitspoeling van nutriënten in het Drentsche Aa gebied. Het Louis Bolk Instituut is daarbij door het Waterschap Hunze en Aa's gevraagd om deze demo's te begeleiden vanuit onze expertise op het gebied van de teelt van grasklaver en de vermindering van uitspoeling van nitraat bij de teelt van snijmaïs. De grasklaver demo's zijn in het voorjaar van 2007 ingezaaid en zijn tot en met 2008 gevolgd in ontwikkeling. De demo met directe zaai van snijmaïs is uitgevoerd in 2008 en 2009.

1. Verminderen van uitspoeling van nutriënten in de landbouw

De kwaliteit van ons oppervlaktewater staat al meerdere jaren flink in de belangstelling. Eutrofiering van het oppervlaktewater heeft daarbij ernstige gevolgen gehad voor het waterleven als ook voor de drinkwaterkwaliteit. Deze problemen hebben in Nederland, mede richting gegeven door Europese verordeningen zoals de Kaderrichtlijn Water, voor een uitgebreid pakket van maatregelen geleid die deze eutrofiering van het bodem- en oppervlaktewater moest verminderen. Het instellen van stikstofgebruiksnormen, fosfaatgebruiksnormen, groenbemesterverplichtingen na maïs en beperkingen voor het scheuren van grasland zijn belangrijke voorbeelden van deze maatregelen. Hoewel deze maatregelen al voor een behoorlijke verbetering hebben gezorgd, zijn nog steeds stappen te maken.

a. Stikstof uitspoeling

De kans op uitspoeling van stikstof is met name aanwezig bij hoger gelegen zandgronden met een diepe grondwaterstand. Door het geringe vochtvasthoudende vermogen van zandgronden verdwijnt een klein neerslagoverschot al snel naar diepere grondlagen waarbij het de vrijgekomen stikstof meeneemt. Zowel het water als de stikstof is dan onbereikbaar geworden voor de plantenwortels en kan zo in beeklopen terecht komen. Op de lagere, nattere gronden blijft het water langer binnen het bereik van plantenwortels en daarnaast wordt een deel van de vrijgekomen stikstof onder luchtarme omstandigheden omgezet in luchtstikstof (denitrificatie: $\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2$). Hierdoor is de uitspoeling van nitraat naar het oppervlaktewater vaak lager.

Stikstofuitspoeling heeft vaak een vrij directe relatie met het huidige beheer van de grond met de bijbehorende gewaskeuze en gewasvolgorde. Het grootste deel van de stikstofuitspoeling komt van de akkerbouwpercelen. De belangrijkste oorzaak daarvan is dat akkerbouwgewassen veelal eenjarige gewassen zijn die slechts voor een deel van het jaar (meestal de zomerperiode) stikstof uit de grond opnemen. In dat deel van het jaar dat het gewas nog een onvolgroeid wortelstelsel heeft, of het gewas aan het afrijpen is en afsterft, wordt weinig stikstof uit de bodem opgenomen waardoor het uit kan spoelen. Daarnaast zijn sommige akkerbouwgewassen slechte bewortelaars waardoor ze inefficiënt gebruik maken van de bodemvoorraad.

Graslanden zijn over het algemeen veel efficiënter met stikstof daar ze het hele jaar door stikstof opnemen en een goed en efficiënt wortelstelsel hebben. Wanneer niet overbemest wordt en de bemesting op de juiste momenten wordt gegeven zal de uitspoeling van nitraat van deze graslanden beperkt zijn en de gestelde norm van 50 mg nitraat-N/liter voor grondwater slechts weinig overtreffen. Wel blijkt dat nitraatcijfers hoger zijn onder weidepercelen dan onder maaipercelen. Dit komt voornamelijk door puntbelastingen van nitraat uit urineplekken en mestflatten. Weidepercelen kunnen daardoor wel voor een overschrijding van de gestelde nitraatnorm zorgen (Verbruggen, 2003).

Hoewel de stikstofuitspoeling onder blijvend grasland dus over het algemeen minder hoog is dan onder akkerbouwpercelen, kan grasland toch behoorlijk bijdragen aan de uitspoeling van stikstof. Dit gebeurt met name bij het scheuren van grasland voor graslandvernieuwing of de teelt van een akkerbouwgewas. Daarbij komt namelijk zo veel stikstof vrij uit de mineraliserende zode dat de kans op substantiële stikstofuitspoeling erg groot is. Dit is ook terug te zien in de resultaten van een studie gedaan in 2003 in Brabant waar gekeken is naar de relatie tussen het nitraatgehalte in het grondwater en de bedrijfsvoering op veehouderijbedrijven in Brabant (Berg en Poelen, 2003).

Tabel 1.1 Relatie tussen nitraatgehalte in het grondwater en de combinatie van gewaskeuze en vruchtopvolging in Brabant

Gewas	Nitraatgehalte grondwater (mg/l)
Snijmaïs	1 ^e jaar na scheuren grasland
	2 ^e jaar na scheuren grasland
	Maïs >2 jaar na scheuren grasland
Grasland	1 ^e jaar na herinzaai
	1 ½ jaar na herinzaai
	Ouder dan 1½ jaar

De norm van 50 mg nitraat N/l wordt na het scheuren van grasland met een ruime factor drie overschreden. Bij herinzaai van grasland hersteld zich deze situatie na 1,5 jaar terwijl bij snijmaïs als volgtteelt dit overschot aan nitraatuitspoeling ook nog het tweede jaar na scheuren aanwezig blijft.

b. Fosfaatuitspoeling

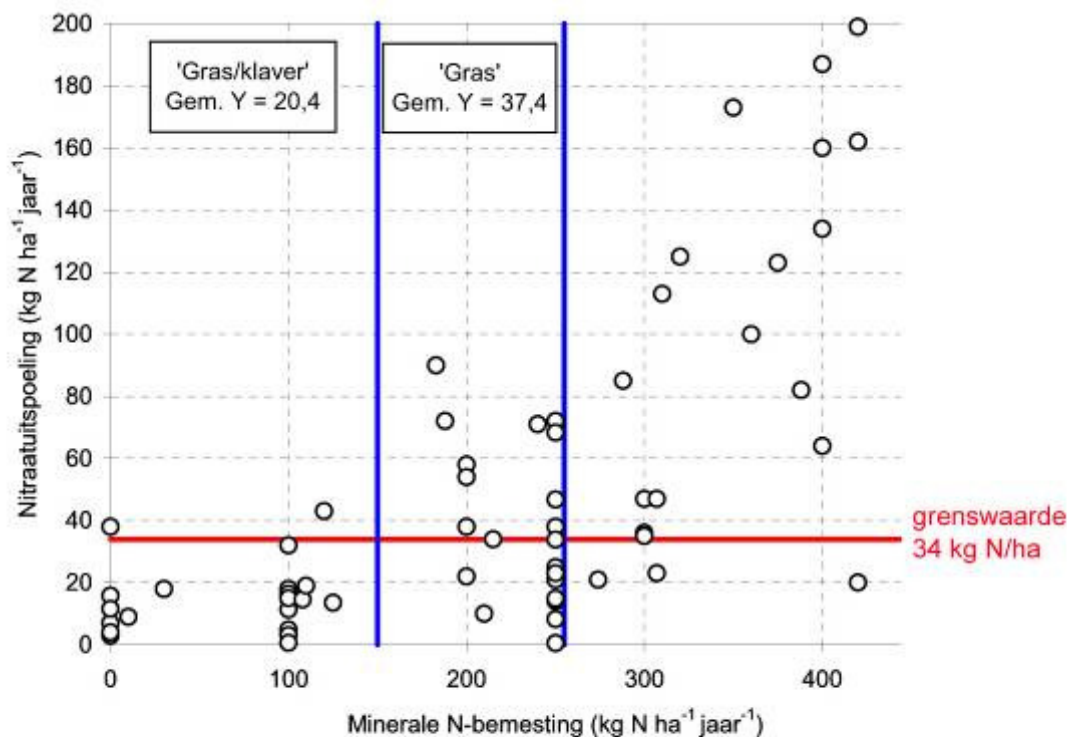
Fosfaat is een heel ander element dan stikstof. Daar waar stikstof makkelijk uit het systeem verdwijnt door uitspoeling of vervluchtiging, is fosfaat veel minder beweeglijk. In tegenstelling tot stikstof vind de voornaamste uitspoeling plaats op de lager gelegen gronden vlak tegen de beeklopen aan. Op de hoger gelegen zandgronden vind vaak weinig uitspoeling plaats doordat fosfaat vastgelegd (geïmmobiliseerd) wordt door ijzer dat vervolgens neerslaat in het bodemprofiel. Deze immobilisatie kan alleen plaatsvinden onder de aanwezigheid van zuurstof vandaar dat dit proces veel minder een rol speelt op lagere gelegen gronden. Het voorkomen van fosfaatuitspoeling heeft vooral te maken met het zoeken van een evenwicht op de fosfaatbalans voor de langere termijn. Als met bemesting jaren achtereen steeds iets meer fosfaat is aangevoerd dan met het gewas is afgevoerd dan kan fosfaat zich ophopen en uiteindelijk steeds meer gaan lekken naar het grond- en oppervlaktewater. Fosfaatverliezen zijn dus veel minder makkelijk direct te linken aan de huidige bemestingspraktijk. Het verminderen van fosfaatverliezen is tegelijkertijd ook een proces van de lange termijn. Bij een hoge fosfaattoestand kan alleen langjarige fosfaatvershraling de uitspoeling van fosfaat gaan verminderen.

2. Maatregelen op bedrijfsniveau: demopercelen gras-klover

2.1 Waarom een demo gras-klover

a. Grasklover ter reductie van de nitraatuitspoeling

Zoals eerder aangegeven levert grasland in veel gevallen niet de grootste bijdrage aan de uitspoeling van nitraat naar het oppervlaktewater. Toch hangt daarbij veel af van de mate van bemesting die op een perceel wordt uitgevoerd als ook van het graslandbeheer. Volledig of gedeeltelijk beweide percelen zullen daarbij meer bijdragen aan de nitraatvervuiling dan gemaaide percelen, maar in beide gevallen kan overbemesting tot een overmatig verlies van nitraat naar het oppervlaktewater geven. Uit studies blijkt dat gras-klover bij zowel beweiden als maaien minder nitraat uitspoelt dan puur gras. Het grootste verschil is echter waarneembaar bij beweide percelen (zie figuur 1).



overbemesting, met de bijbehorende nitraatuitspoeling. zich veel minder snel voordoen. Daarbij komt nog dat dit systeem op heel kleine schaal zich kan aanpassen, iets wat een boer met het uitrijden van meststoffen nooit kan. Op de plek waar een mestflat ligt of een urineplek is, zal de aanpassing in de grasklaver ook optreden. Dit verklaart waarom grasklaver met name bij begraasde percelen minder verliezen geeft.

b. Grasklaver ter reductie van de fosfaatuitspoeling

Naast een reductie in de nitraatverliezen kan gras-klaver ook een rol spelen bij de reductie van de uitspoeling van fosfaat naar het oppervlaktewater. Bemesting van gras vind voor een belangrijk deel plaats door toediening van drijfmest. Met stikstof wordt daarmee ook een bepaalde hoeveelheid fosfaat mee bemest. Om fosfaatuitspoeling te reduceren zal er in sommige gevallen naar gestreefd worden om de fosfaattoestand in de bodem te verlagen, met name in de kwetsbare percelen grenzend aan waterlopen. Dit kan gedaan worden door minder met drijfmest te bemesten. Maar een reductie in de mestgift zou bij puur grasland betekenen dat de productie danig omlaag gaat of het verlies aan bemesting met drijfmest zou gecompenseerd moeten door de aankoop van steeds duurder wordende kunstmest (KAS). De oplossing ligt echter in het telen van grasklaver dat met een bescheiden bemesting (100 kg $N_{werkz./ha}$) in productie nauwelijks hoeft onder te doen voor de productie van goed bemest grasland (250-350 kg $N_{werkz./ha}$). Daar de afvoer van fosfaat bij gras-klaver even hoog is als bij puur gras, maar de aanvoer van fosfaat door de lagere bemesting gereduceerd is, kan de fosfaattoestand van de grond dusdanig verandert worden dat er minder uitspoeling plaatsvindt.

2.2 Het doel en opzet van de demo gras-klaver in dit project

a. Doel van de demo

Het doel van de demo gras-klaver in dit project is niet om te herbevestigen dat gras-klaver een bijdrage kan leveren in de reductie van nitraat en fosfaatuitspoeling. Daarvoor waren zowel de duur als de financiële mogelijkheden van dit project te klein. Het voornaamste doel van de gras-klaver demo's was om aan te tonen dat de teelt van gras-klaver goede perspectieven biedt voor boeren die willen besparen op bemesting zonder dat dit ten koste gaat van productie en kwaliteit. Door de doelstellingen van de boeren niet uit het oog te verliezen kan toegewerkt worden naar een win-win situatie voor zowel bewuste en vooruitstrevende boeren als voor het waterschap.

b. De opzet van de demo

Om de potenties van gras-klaver duidelijk te maken zijn op twee locaties demo's aangelegd met daarin het volgende vergelijk:

1. Normaal bemest grasland
2. Extensief bemest grasland
3. Extensief bemeste gras-witte klaver (weidepercelen)
4. Extensief bemeste gras-witte en rode klaver (maaipercelen)

Het normaal bemeste grasland diende als referentie op het gebied van productie en voederwaarde. Dit pure grasland werd beheerd zoals de betreffende boer dit normaal ook zou doen. Het extensief bemeste grasland geeft aan wat puur gras doet in het geval de boer een lagere bemesting zou willen toepassen om uitspoeling van nitraat en/of fosfaat op die manier te verminderen. De extensief bemeste gras-witte klaver en gras-witte en rode klaver kregen dezelfde behandeling als het extensief bemeste grasland. De gras-witte klaver geeft daarbij de potentie van te beweiden gras-klaver percelen terwijl de

gras-witte en rode klaver meer voor maaipercelen bedoelt is. Dit komt vooral door de lage persistentie van rode klaver onder beweiding. Vooral onder intensieve beweiding kan rode klaver al na 1 à 2 jaar verdwijnen.

De gebruikte rassen zijn Alice voor de witte klaver en Astur voor de rode klaver.

Het verschil in bemesting is in het eerste jaar (2007) nog niet consequent doorgevoerd vooral om de vestiging van de pas ingezaaide gras(klaver) voorop stond. In 2008 is er echter wel consequent met de bemesting omgegaan.

Intensief bemest grasland

Voorjaarsbemesting: 30 m³ drijfmest aangevuld met 300 kg KAS-zwavel per hectare

2^e snede: 20 m³ drijfmest of 100 kg KAS/ha

Vervolgsnedes: 100 kg KAS/ha

Extensieve bemest gras(klaver)land

Voorjaarsbemesting: 30 m³ drijfmest aangevuld met 180 kg kali-60 per hectare

Vervolgsnedes: 180 kg kali-60 per hectare

Voor de extensieve bemesting staat een veelgebruikte bemesting voor gras-klaver model. Daarbij wordt alleen in het voorjaar een startbemesting gegeven met drijfmest (geen KAS) om de vroege grasgroei te bevorderen. Deze startbemesting is bescheiden in vergelijking tot die bij puur gras waar ook nog een aanvulling met KAS wordt gebruikt. Maar ook voor de vervolgsnedes wordt geen bemesting meer toegepast en wordt de productie helemaal aan de kracht van de klaver overgelaten. De enige extra bemesting bij gras-klaver bestaat uit een kali-bemesting. Door de geringe drijfmestbemesting kan er minder kalium aangevoerd worden dan afgevoerd. Vooral bij een laag kaliumbuffer in de bodem is een aanvullende kali-bemesting dan noodzakelijk. Voor een goed stikstofbindend vermogen van de klaver is een voldoende kaliumgehalte in de bodem essentieel waardoor het in de gaten houden hiervan belangrijk is voor het goed houden van de gras-klaver productie.

De demo-percelen zijn zoals gezegd uitgezaaid op twee locaties: Jan-Reinder Smeenge op een perceel met hoge, droogtegevoelige zandgrond en Harry Groenwold op een lager gelegen perceel dat van een hoge zandkop afloopt naar een wat natter en veniger lager gedeelte.

2.3 De resultaten

a. Verloop van de teelt

De inzaai van de percelen heeft plaats gevonden in april 2007. De begingroei is in alle varianten nogal moeizaam geweest wat vooral te wijten was aan een lange periode van droogte vlak na inzaaien. April was de droogste aprilmaand in 100 jaar, met gemiddeld in Nederland maar 0,4 mm neerslag tegen 44 mm normaal. Dit heeft ten eerste effect gehad op de opbrengsten in het eerste jaar. Door de vertraagde start zijn de opbrengsten in 2007 weinig maatgevend.

Daarnaast heeft het ook een effect gehad op het percentage klavers dat aangeslagen is. Met name op de locatie van Smeenge is het aandeel van zowel rode als witte klaver een stuk lager dan beoogd (30% in plaats van de beoogde 50%). Daar de klaverpercelen slechts extensief worden bemest en de productie dus erg afhankelijk is van het stikstofbindende vermogen van klaver hebben de klaverpercelen bij Smeenge niet kunnen laten zien wat de potentiële productie is van beide gras-klaver mengsels.

b. De opbrengsten en klaveraandelen

Tabel 2.1 Droge stofopbrengsten van de demopercelen gras-klaver bij Jan-Reinder Smeenge

	2007				2008				
	totaal	1e sn.	2e sn.	3e sn.	totaal	1e sn.	2e sn.	3e sn.	4e sn.
Gras extensief	2,78	0,72	0,94	1,12	7,48	2,58	2,20	1,33	1,37
Gras intensief	4,84	0,68	2,49	1,68	13,78	4,69	4,44	2,63	2,02
Gras-witte klaver	3,92	0,91	1,73	1,28	11,53	3,91	3,16	2,61	1,85
Gras-witte en rode klaver	4,91	0,67	2,79	1,45	12,26	3,47	3,71	3,14	1,95

Tabel 2.2 Droge stofopbrengsten van de demopercelen gras-klaver bij Harry Groenwold

	2007				2008				
	totaal	1e sn.	2e sn.	3e sn.	totaal	1e sn.	2e sn.	3e sn.	4e sn.
Gras extensief	5,51	1,95	1,90	1,66	13,85	3,50	4,58	3,39	2,39
Gras intensief	5,42	1,99	1,92	1,50	15,10	3,42	5,05	3,40	3,23
Gras-witte klaver	5,06	2,04	1,96	1,06	13,76	3,74	3,96	2,97	3,09
Gras-witte en rode klaver	5,41	1,88	2,37	1,16	14,39	3,69	3,73	3,97	2,99

Kijken we naar de droge stofopbrengsten in 2007 en 2008 dan valt te concluderen dat de beste opbrengsten gehaald zijn door de intensief bemeste pure graspercelen. Het mengsel met gras, rode en witte klaver volgt daarop met een gemiddeld opbrengstverlies over de twee lokaties van 6 %. Het mengsel met alleen witte klaver gaf een gemiddeld opbrengstverlies van 12 % te zien ten opzichte van de referentie (intensief bemest grasland). Dit is echter nog laag vergeleken met de opbrengstreductie van 24% bij extensief bemest grasland.

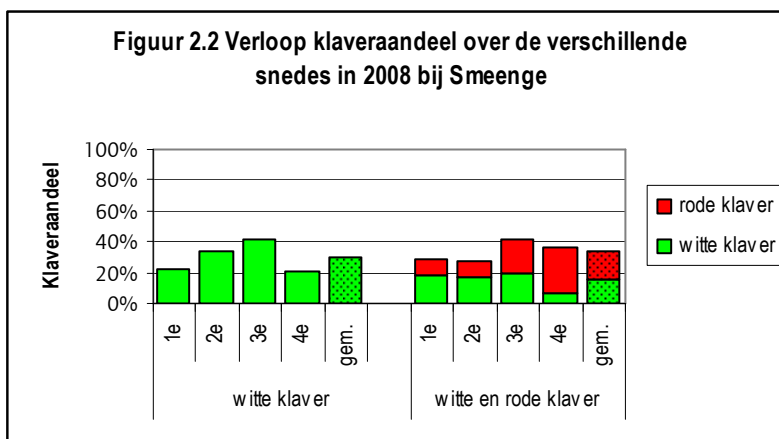
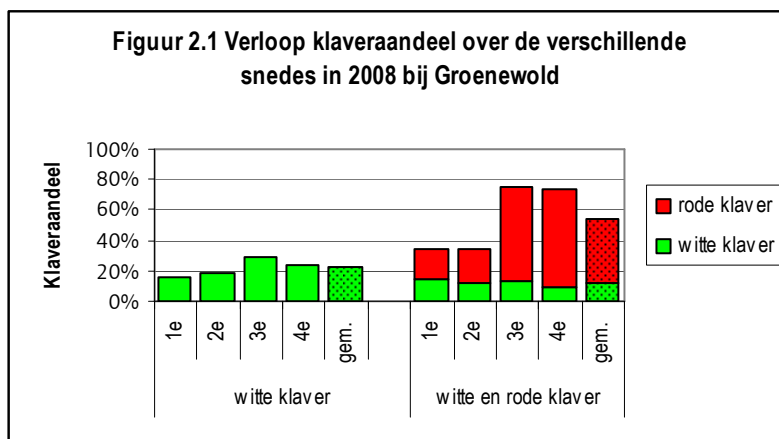
Tabel 2.3 Gemiddelde opbrengstniveau's ten opzichte van de referentie van normaal bemest grasland

	Groenwold	Smeenge	Gemiddeld
Gras extensief	94%	55%	76%
Gras intensief	100%	100%	100%
Gras-witte klaver	92%	83%	88%
Gras-witte en rode klaver	96%	92%	94%

Met name bij het extensief bemest grasland waren er grote verschillen te zien tussen de locatie van Jan-Reinder Smeenge en Harry Groenwold. Opvallend genoeg was de opbrengstreductie van extensief bemest grasland bij Groenwold slechts 6%, wat erg laag is vergeleken bij de opbrengstreductie van 45% bij Smeenge. Bij sommige snedes was de opbrengst van het extensief bemeste grasland bij Groenwold zelfs hoger dan die van het intensief bemeste grasland. Een verklaring kan daarbij gevonden worden in het feit dat het demoperceel bij Groenwold een stuk vruchtbaarder was dan het perceel bij Smeenge. Een deel van het perceel was zelfs venig. Hierdoor is het stikstofleverend vermogen op het perceel van Groenwold een stuk hoger. Met name op de meest venige plekken in het perceel is de productie van de extensief bemeste percelen dus zo hoog dat een intensieve bemesting maar zeer beperkte meeropbrengst geeft. Hierdoor is de gemiddelde opbrengstreductie voor extensief bemest grasland een lage inschatting is voor de meeste zandpercelen. Het cijfer bij Smeenge is dan meer representatief.

Daar staat tegenover dat opbrengstcijfers voor de mengsels met klaver aan de lage kant zijn. Zoals vermeld waren met name bij Smeenge de klaverpercentages lager dan beoogd door de slechte omstandigheden tijdens inzaai (30% in plaats van 50% gemiddeld). Dit is terug te zien in figuur 2.2. Daarnaast is te zien dat hoewel de rode klaverpercentages bij Groenwold wel enigszins voldoen aan de verwachting, dit zeker niet het geval is voor de witte klaver. Het effect van de lage klaverpercentages is vooral te zien bij Smeenge daar de grond hier weinig N-leverend vermogen heeft waardoor bij

extensieve bemesting een hoger klaveraandeel essentieel is voor het behalen van betere opbrengsten. Bij Groenwold is het stikstofleverend vermogen van de grond veel beter waardoor het productieverlies bij gras-witte klaver veel kleiner is. Bij een normaal aandeel klaver geeft gras-witte klaver een opbrengstreductie van ongeveer 10% terwijl mengsels met ook nog rode klaver net zulke hoge producties kunnen geven als intensief bemest grasland.



c. Voederwaarden en mineralen

Tabel 2.4 Gemiddelde voederwaarde van het gras en de gras-klaver bij Groenwold

	VEM	DVE	OEB	Str.w	RA	VCOS	RE	RV	RC	Suiker
Gras extensief	848	67	-17	2,2	103	74,0	126	33	262	154
Gras intensief	862	67	-22	2,2	103	74,9	119	34	262	164
Gras-witte klaver	877	80	9	2,1	112	76,4	163	34	249	113
Gras-witte en rode klaver	833	79	20	2,1	103	73,2	173	28	246	101

Tabel 2.5 Gemiddelde voederwaarde van het gras en de gras-klaver bij Smeenge

	VEM	DVE	OEB	Str.w	RA	VCOS	RE	RV	RC	Suiker
Gras extensief	792	54	-38	2,2	75	68,6	92	27	255	165
Gras intensief	819	64	-18	2,2	86	70,8	122	32	264	130
Gras-witte klaver	835	76	13	2,1	99	72,8	164	31	246	107
Gras-witte en rode klaver	809	72	9	2,1	98	71,0	157	30	253	101

De verschillen in de voederwaarden zitten vooral in het eiwitgehalte en het suikergehalte. In zowel gras-witte klaver als gras-witte en rode klaver zit beduidend meer eiwit dan in intensief bemest puur gras. Dit terwijl de extensieve bemesting op puur

gras een verlaging van het eiwitgehalte laat zien (Smeenge). Dit hoger eiwitgehalte vertaalt zich in een positieve OEB als een hogere DVE. Het suikergehalte in gras-klover mengsels is over het algemeen iets lager dan bij puur gras, maar daar staat een iets hogere verteerbaarheid tegenover. Bij mengsels met rode klover moet ermee rekening worden gehouden dat de verteerbaarheid bij de standaardanalyses van de meeste gewaslaboratoria nog steeds onderschat wordt. Hierdoor wordt onder andere ook de VEM-waarde van mengsels met rode klover onderschat.

Tabel 2.6 KVEM-opbrengst en eiwitopbrengst van gras en grasklover bij Groenwold

	2007			2008		
	T ds/ha	kVEM/ha	RE/ha	t ds/ha	kVEM/ha	RE/ha
Gras onbemest	5,51	4.865	928	13,85	11.771	6.566
Gras bemest	5,42	4.798	915	15,10	13.022	7.130
Gras-witte klover	5,06	4.453	906	13,76	12.112	7.714
Gras-rode en witte klover	5,41	4.612	1.028	14,39	11.973	8.926

Tabel 2.7 KVEM-opbrengst en eiwitopbrengst van gras en grasklover bij Smeenge

	2007			2008		
	t ds/ha	kVEM/ha	RE/ha	t ds/ha	kVEM/ha	RE/ha
Gras onbemest	2,78	2.008	379	7,48	6.032	659
Gras bemest	4,84	3.912	667	13,78	11.517	1.679
Gras-witte klover	3,92	3.244	735	11,53	9.747	1.819
Gras-rode en witte klover	4,91	3.895	909	12,26	10.006	1.881

Vertalen we de voederwaarden naar de kVEM opbrengst en eiwitopbrengst in 2007 en 2008 dan is te zien dat de iets lagere droge stof opbrengsten en vergelijkbare VEM-waarden vertalen in ook iets lagere kVEM opbrengsten per hectare. De eiwitopbrengst is echter veel groter bij grasklover (tabel 2.6 en 2.7)

Tabel 2.8 Gemiddelde mineraleninhoud van het gras en de gras-klover bij Groenwold

	Na	K	Mg	Ca	P	S	Mn	Zn	Fe
Gras onbemest	1,2	33	2,2	5,8	3,3	3,1	157	35	264
Gras bemest	1,2	34	2,2	4,9	3,2	2,9	128	31	258
Gras-witte klover	1,7	36	2,7	7,7	3,6	2,9	97	33	204
Gras-rode en witte klover	1,0	36	3,3	9,3	3,3	2,4	77	34	169

Tabel 2.9 Gemiddelde mineraleninhoud van het gras en de gras-klover bij Smeenge

	Na	K	Mg	Ca	P	S	Mn	Zn	Fe
Gras onbemest	0,7	22	1,9	4,7	3,3	2,3	126	63	189
Gras bemest	1,1	30	2,3	5,0	3,7	2,7	154	91	162
Gras-witte klover	1,2	33	2,4	8,5	3,8	2,3	102	70	175
Gras-rode en witte klover	1,0	33	2,5	8,5	3,7	2,3	112	82	175

Zoals te zien is in de tabellen 2.8 en 2.9 zit het grootste verschil in de gehalten aan calcium en mangaan. Gras-klovers hebben daarbij een hoger calcium gehalte en een lager mangaan gehalte.

d. De mineralenbalansen

N-balans

Tabel 2.10 Stikstofbalans Groenwold

	N-binding	N-mest	N-bodem	N-aanvoer	N-afvoer	N-balans
Gras extensief		88	200	288	284	4
Gras intensief		240	200	440	290	150
Gras-witte klaver	147	88	200	435	356	79
Gras-witte en rode klaver	214	88	200	502	396	106

Tabel 2.11 Stikstofbalans Smeenge

	N-binding	N-mest	N-bodem	N-aanvoer	N-afvoer	N-balans
Gras extensief		88	60	148	124	24
Gras intensief		210	60	270	277	-7
Gras-witte klaver	170	88	60	318	297	22
Gras-witte en rode klaver	179	88	60	327	313	14

Naar de hierboven gepresenteerde stikstofbalansen moet niet in al te veel detail gekeken worden daar er veel schattingen in de tabellen staan. Zo is de N-binding een erg grove schatting waarbij de daadwerkelijke droge stofproductie van de klaver wordt vermenigvuldigd met een vast getal voor de stikstofbinding per ton droge stof. Ook is de stikstoflevering uit de bodem een grote onbekende. Wat echter uit de berekeningen te halen valt is dat bij een redelijk bescheiden bemesting en grond er niet al te hoog stikstofleverend vermogen, de stikstofoverschotten in alle gevallen laag zijn. De N-uitspoeling zal dan niet erg hoog zijn. Dit is het geval bij Smeenge. De grond is niet heel rijk en heeft een relatief laag N-leverend vermogen. De bemesting die is toegepast bij gras-intensief is laag (210 kg N-werkz. per hectare) mede door het feit dat de bemesting van de tweede snede met drijfmest vanwege droogte achterwege is gelaten. De verschillen in overschot of tekort tussen de varianten zijn klein tussen en vallen binnen de onzekerheden van de berekening. Wanneer echter een perceel, of een deel van een perceel, wordt overbemest omdat een agrarier voor de zekerheid toch aan de hoge kant bemest, en het stikstofleverend vermogen van de grond komt daar nog bij, dan loopt het stikstofoverschot bij intensief bemest grasland al snel op terwijl grasklaver zich aanpast (minder N-binding en rechtreekse benutting van N uit de grond??) Dit laat de berekening bij Groenwold zien. Het grootste N-overschot is terug te vinden bij het intensief bemeste grasland. Het berekende N-overschot bij extensief grasland is het laagst, maar heeft het risico dat wanneer door het weer (lage temperaturen) de N-levering uit de bodem tegenvalt, de productie en kwaliteit van de productie daar danig onder te lijden heeft. Het berekende N-overschot bij grasklaver neemt een tussenpositie in. Hier is echter is nog geen rekening gehouden met het feit dat klaver onder deze rijke omstandigheden waarschijnlijk veel minder stikstof zal binden. Het werkelijke N-overschot zal dus een stuk lager liggen.

Concluderend kan je zeggen dat wanneer puur gras precies goed wordt bemest (in een maaieregime), rekening houdend met het N-leverend vermogen van de grond, deze net als grasklaver weinig N-overschotten en dus verliezen naar het oppervlaktewater zal hebben. Een agrarier wil echter vaak zekerheid aangaande productie en kwaliteit en deze is beperkt bij niet- te ruim bemesen. Bij tegenvallende weersomstandigheden kan een extra verlies aan stikstof optreden of kan minder stikstof vrijkomen uit de bodem waardoor vaak toch gekozen wordt voor een iets ruimere bemesting. Bij puur grasland kunnen de stikstofoverschotten dan snel oplopen. Grasklaver heeft een zelfaanpassend vermogen doordat de binding van de luchtstikstof kan variëren. (van welke factoren afhankelijk?) Hierdoor blijft de productie en de kwaliteit van productie veel langer in stand wanneer de omstandigheden tegenvallen waardoor een laag bemestingsniveau kan worden aangehouden.

P₂O₅-balans

Tabel 2.12 Fosfaatbalans

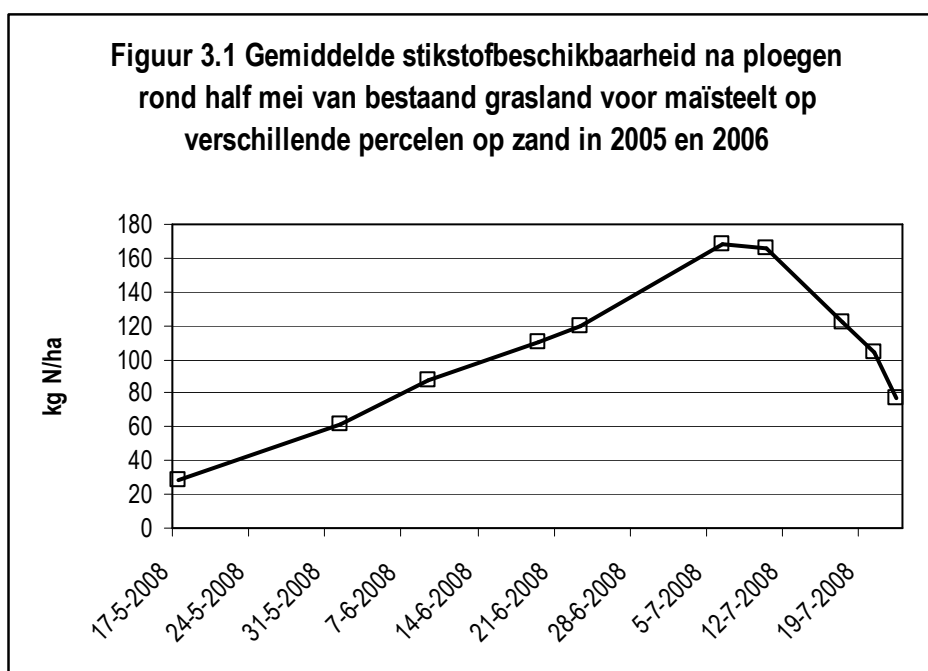
	P2O5-afvoer	P2O5-aanvoer <i>kg/ha</i>	P2O5-balans
Gras extensief	79	55	-24
Gras intensief	110	90	-20
Gras-witte klaver	104	55	-49
Gras-witte en rode klaver	104	55	-49

Bij de berekening van de fosfaatbalans is uitgegaan van twee keer een bemesting met drijfmest. Wanneer voor intensief grasland alleen maar een voorjaarsbemesting met drijfmest wordt gebruikt en de overige snedes met KAS worden bemest dan is de fosfaat-aanvoer in alle gevallen hetzelfde. Met de toenemende prijs voor kunstmest zal in toenemende mate echter gebruikt worden gemaakt van drijfmest in plaats van KAS. Wanneer verschraving op fosfaat een doelstelling is laat de berekening zien dat bij een extensieve bemesting van puur grasland geen extra afvoer van fosfaat plaatsvindt ten opzichte van intensief bemest grasland. Door de lagere productie wordt namelijk niet alleen minder fosfaat aangevoerd, maar ook minder fosfaat afgevoerd. Bij grasklaver blijven de producties op niveau ondanks een lage aanvoer van fosfaat waardoor de afvoer van fosfaat wel hoog is bij een lagere aanvoer. Per saldo gaat de verschraving van fosfaat bij grasklaver dus veel sneller dan bij puur grasland.

3. Maatregelen op bedrijfsniveau: demopercelen snijmaïs

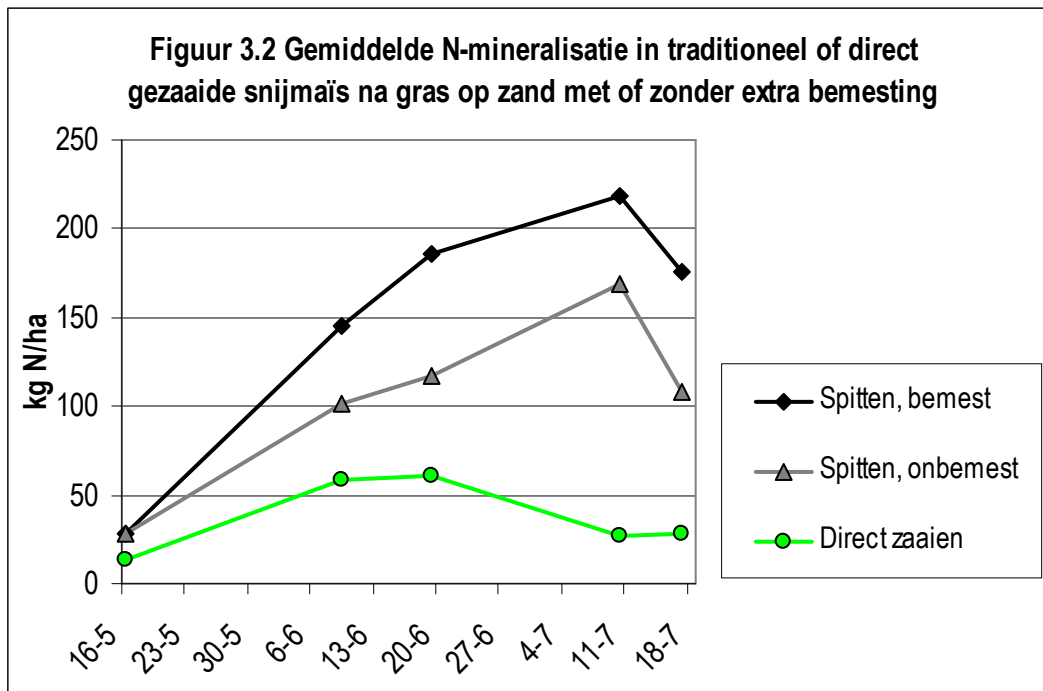
3.1 Waarom een demo snijmaïs

Zoals terug te zien is in tabel 1.1 kan snijmaïs een belangrijke bijdrage leveren aan de uitspoeling van nitraat naar het grond- en oppervlaktewater. Dit gebeurt met name wanneer snijmaïs geteeld wordt op gescheurd grasland. Grasland, vooral wanneer dit om meerjarig grasland gaat, heeft namelijk in de loop der jaren heel veel bodemvruchtbaarheid en bodemleven opgebouwd. Wanneer deze vruchtbare bodem wordt omgeploegd of gespuit komt een deel van deze opgebouwde vruchtbaarheid in korte termijn vrij door mineralisatie. Dit geeft binnen enkele weken een piek in de stikstofbeschikbaarheid die varieert van 150 tot 200 kg N per hectare op zandgrond.



Wanneer er rekening mee wordt gehouden dat ook in de rest van het maïs-seizoen nog stikstof vrij zal komen uit mineralisatie en dat de hier gegeven cijfers van verder onbemeste maïspcelen afkomstig is dan blijkt dat de kans op stikstofoverschotten bij het scheuren van grasland vrij reëel is. Een neerslagoverschot aan het begin van het seizoen kan ervoor zorgen dat de grote hoeveelheid vrije stikstof uitspoelt naar diepere grondlagen voordat de maïs zo groot is dat het de stikstof in belangrijke mate kan opnemen. Maar zelfs in een droog seizoen is de totale hoeveelheid vrijgekomen stikstof waarschijnlijk zo groot dat de maïs niet alle stikstof kan opnemen. Het overschot blijft dan na de oogst achter in de grond en zal vervolgens tijdens het daarop volgende winterseizoen grotendeels uitspoelen.

Om uitspoeling van nitraat na het scheuren van grasland zo veel mogelijk te voorkomen zijn afgelopen paar jaar proeven gedaan met het volledig achterwege laten van een bemesting van snijmaïs na het scheuren van grasland, of het direct zaaien van snijmaïs in een bestaande graszode zonder verdere grondbewerking (figuur 3.2).



Duidelijk blijkt dat de extra bemesting met 20-25 m³ drijfmest per hectare nog een extra beschikbaarheid aan stikstof geeft. Het achterwege laten van de bemesting geeft in ieder geval een reductie van de aanwezige vrije stikstof en daarmee een verlaagde kans op uitspoeling bij een neerslagoverschot aan het begin van het seizoen. Het niet ploegen van de grond, zoals bij direct zaaien wordt gedaan, is echter nog veel effectiever in het voorkomen van de piek in mineralisatie.

3.2 Het doel en opzet van de demo snijmaïs in dit project

a. Doel van de demo

Het doel van de demo is om het productiepotentieel van snijmaïs op gescheurd grasland te bekijken. Ten eerste wordt gekeken wat het effect van het niet bemesten van de snijmaïs is en daarnaast wordt gekeken naar het niet ploegen van het grasland. Het niet ploegen van grasland heeft daarbij niet alleen een effect op de mineralisatie van de organische stof, maar ook op het behoud van de bodemkwaliteit. Met name het bodemleven (wormenpopulatie) wordt behoorlijk teruggezet door het ploegen of spitten van de grond. Wanneer de grond niet bewerkt wordt als gedaan wordt bij directzaai blijft de wormenpopulatie veel meer in stand. Daar wormen een belangrijke bijdrage leveren bij het onderhouden van een goede bodemstructuur en het conserveren en vrijmaken van nutriënten in de bodem kan dit op lange termijn ook verder bijdragen aan een efficiënter gebruik van mineralen. In 2009 is een extra behandeling toegevoegd waarbij de maïs is gezaaid na het cultiveren van de grond met een vaste tand cultivator, omdat deze techniek als niet kerende groundbewerking wordt toegepast.



b. De opzet van de demo

2008

Voor de demo in 2008 is op twee manieren snijmaïs ingezaaid: de traditionele manier van snijmaïs in een

geploegde graszode en de directe zaai in een doodgespoten, maar verder onbehandelde, graszode. Voor deze laatste optie wordt gebruikt gemaakt van een speciaal voor dit doel ontwikkelde machine: de Polfrees (zie foto). Deze machine bestaat uit een front-rijenfrees die om de 75 cm een rij van 12 cm breedte uit de nog intacte grasmat freest. Gecombineerd met de frees is de mogelijkheid van een rijenbemesting onderin de gefreesde rij. Achteraan de trekker hangt een normale maïszaaimachine die precies in de gefreesde stroken de maïs inzaait.

Binnen elke manier van inzaaien zijn twee bemestingniveaus aangehouden: bij de traditionele zaai 40 m³ drijfmest per hectare of 0 m³ drijfmest per hectare, bij directe zaai 40 m³ drijfmest per hectare of 20 m³ drijfmest per hectare. Bij directe zaai is bewust niet voor de 0-optie gekozen omdat inmiddels bekend is uit eerdere proeven dat bij het totaal achterwege laten van bemesting de productie van direct gezaaide snijmaïs niet mee kan komen met die van de traditionele zaai. Dit komt omdat de snelle mineralisatie van de geploegde graszode (zie Hfdst. 3.1) zo effectief wordt tegengehouden dat de snijmaïs een tekort aan stikstof heeft wanneer helemaal niets wordt bemest. De varianten zijn dus:

1. Traditioneel gezaaide maïs met 40 m³ drijfmest per hectare
2. Traditioneel gezaaide maïs met 0 m³ drijfmest per hectare
3. Direct gezaaide maïs met 40 m³ drijfmest per hectare
4. Direct gezaaide maïs met 20 m³ drijfmest per hectare

2009

In 2009 is op hetzelfde perceel als in 2008 de demo herhaald, met de toevoeging van de variant 'vaste tand cultivator' naast direct zaaien en ploegen. De varianten zijn opgesplitst in twee bemestingstrappen: 20 m³ en 40 m³ drijfmest per ha. De variant 'vaste tand cultivator' is zowel geplaatst op de plek waar in 2008 direct is gezaaid als waar geploegd is.

3.3 De resultaten

a. Verloop van de teelt

De eerste opzet was om in 2008 op twee locaties (zandperceel en leemperceel) de gepresenteerde varianten aan te leggen. Bij het zaaien op de tweede locatie is echter iets mis gegaan met de zaaimachine waardoor op het leemperceel alleen de twee varianten traditioneel gezaaide maïs zijn aangelegd. 2009 was qua weersomstandigheden een zeer goed maïsjaar.

b. De opbrengsten

Tabel 3.1 Drogestof opbrengst snijmaïs bij verschillende zaaimethodes en bemestingsniveaus in 2008 en 2009 *

	Behandeling 2008	Maisopbrengst t ds/ha 2008	Behandeling 2009	Maisopbrengst t ds/ha 2009
Zand	Direct 20 m ³	15,0	Direct 25 m ³	19,1
	Direct 20 m ³	15,0	Direct 40 m ³	20,4
	Direct 40 m ³	17,8	Cultivator 25 m ³	18,7
	Direct 40 m ³	17,8	Cultivator 40 m ³	19,5
	Ploeg 0 m ³	16,0	Cultivator 40 m ³	18,9
	Ploeg 0 m ³	16,0	Cultivator 25 m ³	17,8
	Ploeg 40 m ³	16,4	Ploeg 25 m ³	19,1
	Ploeg 40 m ³	16,4	Ploeg 40 m ³	20,2
Leem	Ploeg 40 m ³	17,2		
	Ploeg 0 m ³	14,5		

* Varianten in 2008 en 2009 in één regel waren op dezelfde plaats in het veld

Bij het interpreteren van de opbrengstcijfers is het goed om te realiseren dat het hier om resultaten van een demo gaat. De behandelingen zijn in enkelvoud aangelegd en een toevallig verloop in bodemgesteldheid kan daardoor grote invloed hebben op de uitkomsten van de individuele stroken. Aan relatief kleine verschillen kunnen daarom weinig conclusies worden verbonden. Met dit in het achterhoofd lijken er weinig verschillen in maïsopbrengst. Het achterwege laten van een aanvullende bemesting heeft bij ploegen in 2008 op het zand geen duidelijk verschil opgeleverd, terwijl dit op het leem wel lijkt te zijn. Op het leem was de niet bemeste maïs echter op een erg natte strook ingezaaid wat zeker in een niet al te warm en droog jaar een drukkend effect heeft op de opbrengst. Naar ervaring met de variatie in grasgroei op dit perceel was de inschatting van de boer (Jan-Reinder Smeenge) dat een opbrengstreductie van 15% direct te wijten is aan deze nattere en koudere plek in het perceel. Dit is precies het verschil in gemeten opbrengst. Naar aanleiding van de cijfers zijn dus weinig verschillen in opbrengst waarneembaar. Alleen de iets lagere opbrengst van de directgezaaide snijmaïs met 20 m³ drijfmest van 15 t ds/ha zou een gevolg kunnen zijn van de lagere bemesting. De hogere opbrengst van de direct gezaaide maïs met 40 m³ drijfmest kan aan de rijenbemesting liggen die altijd een iets hogere efficiëntie heeft dan volveldse bemesting. In 2009 zijn bij alle behandelingen hogere opbrengsten gehaald dan het jaar daarvoor, wat hoofdzakelijk door het gunstiger weer komt. Ook hier zijn de verschillen in opbrengsten klein, vooral tussen de bemestingstrappen. Direct zaaien en ploegen gaven iets hogere opbrengsten dan vaste tand cultivator.

Deze demo blijkt de ervaringen van voorgaande jaren in andere proeven en demo's te bevestigen:

1. Bij het telen van snijmaïs na ploegen van grasland geeft een extra bemesting weinig tot geen meeropbrengst
2. Direct zaaien van snijmaïs kan vergelijkbare tot zelfs hogere opbrengsten opleveren op voorwaarde dat hier wel wat extra wordt bemest. Een rijenbemesting van 20-30 m³ drijfmest per hectare lijkt daarbij afdoende te zijn.

c. De voederwaarden

Tabel 3.2 Voederwaarden snijmaïs bij verschillende zaaimethodes en bemestingniveaus in 2008

	Perceel	Zaaimethode	Bemesting	VEM	DVE	OEB	VCOS%	RE	Suiker	Zetmeel
1	Zand	Ploegen	40 m ³ /ha	944	48	-27	74,3	75	93	270
2		Ploegen	0 m ³ /ha	944	45	-32	74,2	67	60	310
3		Directzaai	40 m ³ /ha	980	50	-31	76,3	73	61	330
4		Directzaai	20 m ³ /ha	970	49	-33	75,9	70	73	307
5	Leem	Ploegen	40 m ³ /ha	947	44	-31	74,1	67	75	263
6		Ploegen	0 m ³ /ha	942	44	-30	73,9	66	59	282

Tabel 3.3 Voederwaarden snijmaïs bij verschillende zaaimethodes en bemestingniveaus in 2009

Behandeling	Bemesting m ³ /ha	VEM	DVE	OEB	VCOS %	RE	Suiker	Zetmeel
Directzaai	25	977	47	-36	76,1	64	53	343
Cultivator	25 ('08: direct)	945	48	-32	75,7	69	53	333
Cultivator	25 ('08: ploeg)	977	48	-37	76,2	64	67	336
Ploegen	40	930	42	-32	73,1	63	71	275

Ook de gemeten voederwaarden in beide jaren komen overeen met de ervaringen van de afgelopen paar jaar. De voederwaarde tussen wel en niet bemesten is vergelijkbaar. Hoewel het zetmeel-gehalte van de niet bemeste snijmaïs lager lijkt te zijn dan de wel bemeste snijmaïs wordt dit gecompenseerd door de iets lagere verteringscoëfficiënt waardoor de VEM-waarde ongeveer even hoog uitkomt. Verschillen in voederwaarden lijken echter niet significant.

Een iets groter verschil lijkt echter te zitten tussen de traditioneel verbouwde snijmaïs en de direct gezaaide snijmaïs. Het zetmeelgehalte van de direct gezaaide snijmaïs is over het algemeen iets hoger, maar dit valt samen met een verteringscoëfficiënt die ook hoger uitvalt. Hierdoor is de VEM-waarde van de directgezaaide snijmaïs ongeveer 30 punten

hoger dan de traditioneel gezaaide snijmaïs. Dit vinden we ook terug op andere locaties en in andere jaren. Dit zou kunnen worden verklaard doordat de mineralisatie van de graszode veel geleidelijker is en ook langer doorloopt. Hierdoor is er ook nog een goede N-levering tijdens de kolfzetting waardoor de maïs langer groen kan blijven en een betere kolfvulling geeft.

d. Het effect op het bodemleven

Tabel 3.4 Effect van zaaimethode snijmaïs op wormenpopulatie bij zaaidemo in Drenthe 2008

	Wormen <i>g/m²</i>
Directe zaai	76
Ploegen	11
Gras ongestoord aan rand perceel	51

Ook hier worden ervaringen in andere proeven en demo's bevestigd. Door ploegen is een groot deel van de wormenpopulatie afgestorven waardoor deze zich in de komende jaren eerst moet herstellen voordat ze weer hun bijdrage kunnen leveren aan het gezond houden van de bodemkwaliteit. Door niet te ploegen is een veel groter deel van de wormenpopulatie in stand gehouden. Bij de gedane tellingen was de populatie zelfs hoger dan in de overgebleven grasrand aan de rand van het perceel. Nu is een telling aan de rand van het perceel mogelijk niet representatief voor tellingen gedaan in het midden van het perceel, maar het geeft wel een indicatie.

e. Stikstofverloop in de bodem

Metingen in 2008

Tabel 3.5 Verloop van vrije stikstof in de bodem bij de teelt van snijmaïs na gras bij verschillende zaaimethodes en bemestingniveaus

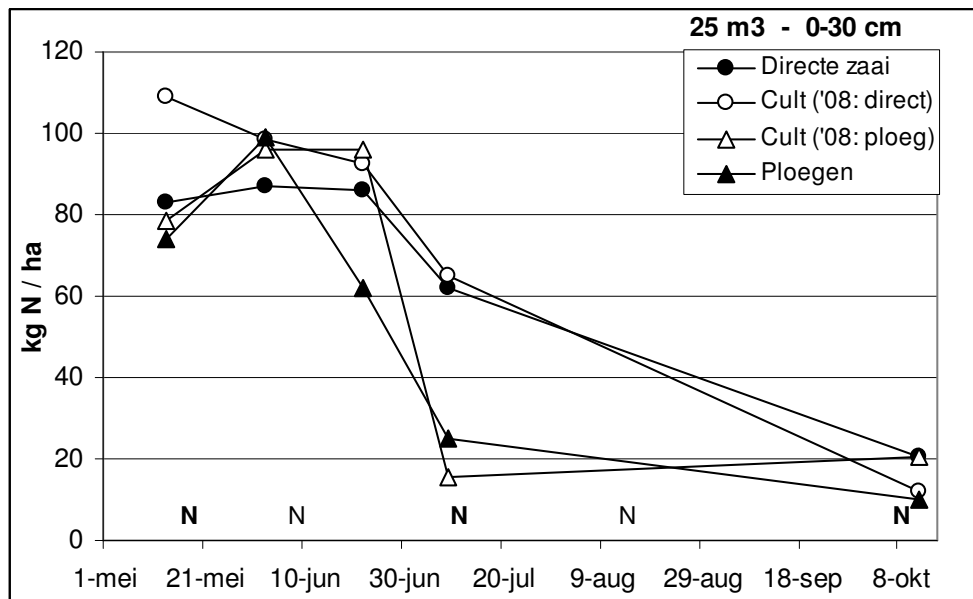
Behandeling	Diepte	nitraat-N/ha			
		13-mei	1-jul	15-jul	24-sep
Ploegen 40 m ³	0-30	107	74	45	76
	30-60	16		11	55
	60-90	29		14	14
Ploegen 0 m ³	0-30	37	46	20	94
	30-60	4		8	43
	60-90	7		5	13
Directe zaai 40 m ³	0-30	33	89	49	155
	30-60	4		8	30
	60-90	7		7	10
Directe zaai 20 m ³	0-30	36	115	68	164
	30-60	8		7	28
	60-90	3		28	10

In tegenstelling tot de voorgaande resultaten zijn deze laatste cijfers niet in overeenstemming met de metingen die in andere jaren en op andere locaties zijn gedaan. Zoals te zien is, lijkt er weinig tot geen sprake te zijn van een vroege stikstofpiek bij de geploegde graszode. Dit zou deels verklaard kunnen worden door het feit dat er een belangrijke meting in juni is gemist waarmee misschien de grootste piek in stikstof is gemist. Een tweede bevreemdende uitkomst is dat het stikstofoverschot na de oogst van de snijmaïs bij ploegen lager was dan bij directe zaai. Ook dit komt niet overeen met de uitkomsten van eerder onderzoek. Dit zou voor een deel verklaard kunnen worden door het feit dat achteraf bleek dat er een miscommunicatie was geweest over de manier van monsternemen. Doordat de grond bij directe zaai vooral los is dicht tegen de maïsplant heeft de monsternemer steeds vlak tegen de maïsplant aan bemonsterd. Voor de directe zaai komen hier echter

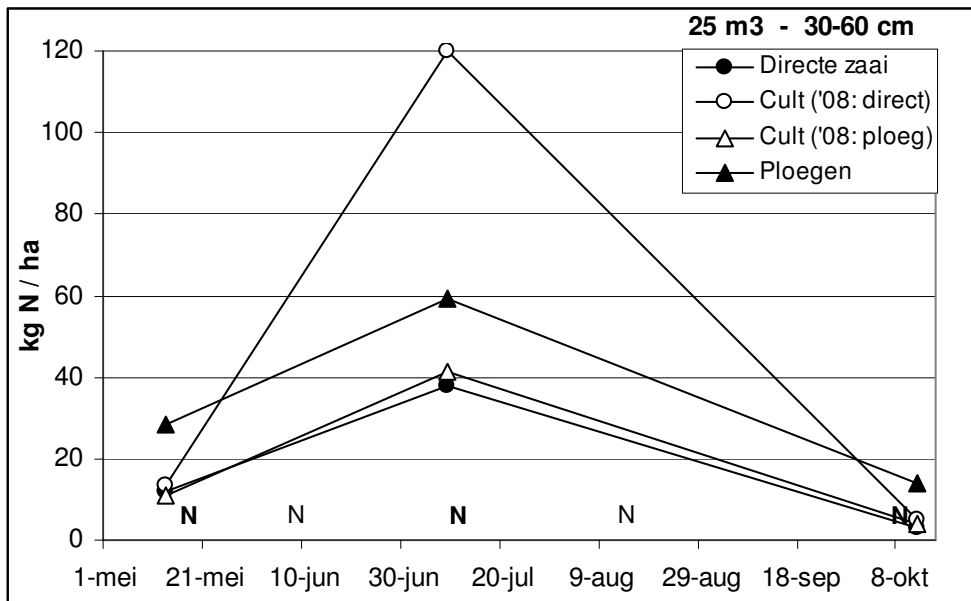
de hoogste stikstofcijfers voor vanwege de rijenbemesting met drijfmest. Voor ploegen daarentegen komen hier juist de laagste stikstofcijfers voor daar de maïsplant in de rij het eerst zijn wortels ontwikkeld en daardoor eerder begint aan het leegtrekken van dit deel van de grond. De gemeten waarden zijn dus een overschatting van de gemiddelde reststikstof bij direct zaaien en een onderschatting bij ploegen. Wel valt op dat de gemeten stikstofwaarden bij oogst in de diepere grondlagen hoger zijn bij ploegen dan bij directe zaai wat meer overeenkomst met eerdere ervaringen.

Over het algemeen kan echter gesteld worden dat de stikstofmetingen bij oogst overal dusdanig hoog zijn dat het de noodzaak tot maatregelen aantoont. Bij ploegen is de totale hoeveelheid reststikstof in de laag 0-90 cm 150 kg N/ha (bij directe zaai is dit 200 kg N/ha, maar dat is waarschijnlijk dus een overschatting). In de publicatie van Verbruggen, Nevens en Verheul wordt aangegeven dat een overschot van 70 kg N/ha op zand de bovengrens is om een overschrijding van de nitraatrichtlijn door uitspoeling in de winter te voorkomen. De 150 kg N/ha is dan een substantiële overschrijding van deze bovengrens. Daarnaast wordt bij deze reststikstof alleen gekeken naar de uitspoeling in de winter. Recent onderzoek op de Marke jaar toonde aan dat op zandgrond de Europese nitraatnorm van 50 mg/l in het grondwater structureel niet gehaald wordt, en dit voornamelijk komt door de grote verliezen die optreden bij maïsteelt in wisselbouw met grasland (Oenema e.a. 2009). Het scheuren van grasland geeft, zoals eerder aangegeven, een hele vroege piek in vrije stikstof in de bodem. Bij het optreden van een neerslagoverschot in het vroege groeiseizoen is dan bij scheuren van de graszode eind maart ook in mei-juli een stikstofpiek te verwachten in het oppervlaktewater.

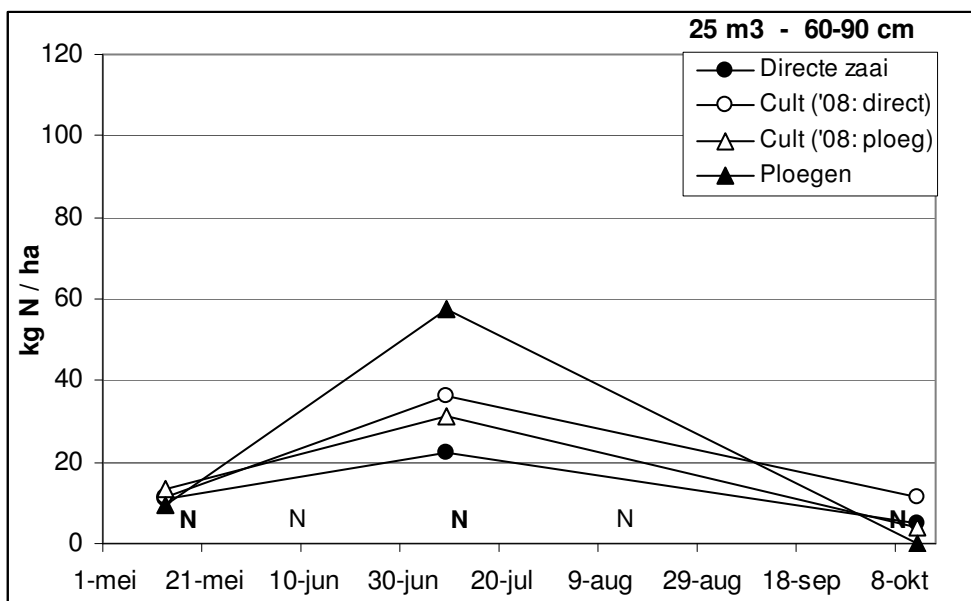
Metingen in 2009



Figuur 3.3: N-mineraal verloop tijdens het seizoen in de laag 0-30 cm bij een laag bemestingsniveau



Figuur 3.4: N-mineraal verloop tijdens het seizoen in de laag 30-60 cm bij een laag bemestingsniveau



Figuur 3.5: N-mineraal verloop tijdens het seizoen in de laag 60-90 cm bij een laag bemestingsniveau

Tabel 3.5: Restvoorraad N-mineraal in de laag 0-90 op 12 oktober 2009

Bemestingsniveau	Direct zaaien	Cultivator ('08: direct)	Cultivator ('08: ploeg)	Ploegen
25 m3	28	28	29	24
40 m3	51	58	41	52

Op grond van figuren 3.3 t/m 3.5 en tabel 3.5 kunnen wat betreft het tweede opeenvolgende jaar met direct zaaien de volgende conclusies worden getrokken:

- De metingen zijn in 2009 goed verlopen.
- De gehaltes aan N-mineraal in de laag 0-30 cm bij direct zaaien vertoont een hogere en meer constante lijn dan ploegen. Ploegen geeft een piek in juni, het enige moment waarop de N-min in 0-30cm hoger is
- In de uitspoelingsgevoelige ondergrond zijn de N-min-waardes bij ploegen hoger.
- Begin juli, wanneer de maïs gaat schieten, is de N-min-voorraad in de bovengrond bij direct zaaien veel hoger dan bij ploegen.
- Bemestingseffect: 40m³ is beperkt gemeten, maar geeft over het algemeen een hogere N-min status, ook aan het eind van het seizoen.
- Bij de variant 'vaste tand cultivator' op 0-30cm: waar in 2008 de maïs direct is gezaaid volgt het patroon de lijn van direct zaaien in 2009. Waar in 2008 is geploegd volgt het patroon de lijn van ploegen (2009).
- Bij 'cultivator ('08: direct zaaien)' zijn zeer hoge waardes half mei in de bovengrond en begin juli in de laag 30-60. De hoge waarde wordt verklaard door het direct zaaien in 2008 waardoor toen weinig mineralisatie en uitspoeling heeft plaatsgevonden. Het spitten in 2009 heeft alsnog voor een vroege mineralisatiepiek gezorgd. Na regenval in mei en juni is die N-piek in de bovengrond naar de laag 30-60 cm uitgespoeld.
- Het is met deze metingen niet mogelijk te weten in hoeverre de daling van N-min in 30-60 en 60-90 cm na 9 juli uitspoeling is en/of opname door het gewas.

f. Algemene conclusies bij de demo direct zaaien en betekenis voor de waterkwaliteit

- De maïsopbrengsten bij direct zaaien waren in het tweede opeenvolgende jaar gelijk aan ploegen, ondanks het feit dat ploegen in het eerste jaar 20m³ extra drijfmest had gekregen.
- De nitraat en ammoniummetingen geven duidelijk aan dat bij direct zaaien N-min meer in de bovengrond blijft ten opzicht van ploegen, waardoor de kans op uitspoeling kleiner is.
- Ploegen geeft het tweede jaar na het scheuren van grasland nog een mineralisatiepiek in juni en hogere nitraatgehaltes in de ondergrond vanaf juli.
- De variant waarbij de grond is bewerkt met de vaste tand cultivator lijkt qua N-min-huishouding veel op ploegen.
- De N-min metingen zijn in 2009 in lijn met eerdere metingen en met de literatuur (bijv. Oenema e.a. 2009) waaruit blijkt dat bij de traditionele teelt van maïs, zeker op zand, de kans op nitraatuitspoeling zeer groot is.

Literatuur

Berg, N. van den, en Poelen, I. (2003). **De relatie tussen het nitraatgehalte in het grondwater en de bedrijfsvoering op melkveehouderijbedrijven**. Louis Bolk Instituut, Driebergen/HAS Kennis Transfer, 's Hertogenbosch.

Oenema, J., Assinck, F., Verloop, K. (2009). **Stikstofgebruiksnormen van meststoffen in de praktijk, getoetst in 2004-2007**. PRI rapport nr 55. Plant Research International / Alterra. 59 p.

Prins, U., G. Oomen en N. van Eekeren (2008). **Direct zaaien van snijmaïs: een alternatief voor ploegen met behoud van een vruchtbare en productieve bodem**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 26 p.

Verbruggen, I., f. Nevens & D. Reheul (2003). **Risico voor nitraatuitspoeling onder grasklaver en onder gras zonder klaver: een vergelijking**. Steunpunt Duurzame Landbouw. Publicatie 3, 32 p.