LOUIS BOLK INSTITUUT



Direct zaaien van snijmaïs

Een alternatief voor ploegen met behoud van een vruchtbare en productieve bodem

Udo Prins, Gerard Oomen
en Nick van Eekeren

Verantwoording

Deze brochure is geschreven in het kader van het project *Partnergewas Drenthe* dat van 2006 tot 2007 gelopen heeft in Zuid-West Drenthe en dat gefinancierd is met SGB gelden van de provincie Drenthe en het Investeringsfonds NLTO. In de brochure zijn ook de ervaringen meegenomen die zijn opgedaan sinds 2004 in de projecten Partnergewas Brabant en Duinboeren en Daden die medegefincieerd zijn vanuit SGB gelden van de provincie Brabant. Naast de financiers van deze projecten kon deze brochure alleen tot stand komen door de inspirerende en bevlogen inzet van melkveehouder Henk Pol uit Uffelte, die samen met mechanisatie bedrijven Bijker en Lotterman, De Polfrees heeft ontwikkelt, machinebouwer Evers-Agro, ontwikkelaar van De Hunter, loonbedrijf K&D in Zuidwolde (Dr.) en Herman Egberts en andere medewerkers van loonbedrijf De Hoop in Wierden die De Hunter verder hebben geperfectioneerd. Daarnaast is ook de inzet van de leden van de Graslandstudieclub Ruinerwold en Koekange (Zuid-West Drenthe) en De Duinboeren (met name Jo van Balkom, Cees van Roessel en Paul Hazenberg) in en om de Loonse en Drunense Duinen (Brabant) cruciaal geweest voor het verder ontwikkelen van het systeem van direct zaaien.

Deze publicatie is mede mogelijk gemaakt door SGB financiering, verstrekt door de provincie Drenthe en financiering vanuit het Investeringsfonds NLTO.

Udo Prins, Gerard

www.louisbolk.nl
info@louisbolk.nl
T 0343 523 860
F 0343 515 611
Hoofdstraat 24
3972 LA Driebergen

© Louis Bolk Instituut 2008

Redactie: Anneke de Vries.
Foto's: LBI, GAW, Fred Triep, Evert Kremer
Ontwerp: Fingerprint
Druk: Drukkerij Kerckebosch

Deze uitgave is per mail of website
te bestellen onder nummer LV70

Oomen en Nick van Eekeren

Direct zaaien van snijmaïs

de natuurlijke kennisbron

LOUIS BOLK INSTITUUT

Inhoud

Inleiding - 5
Boerensamenvatting - 6
Deel 1 De argumenten voor het direct zaaien van maïs - 8
Deel 2 Hoe direct zaaien - 16





Inleiding

Deze brochure probeert een zo volledig mogelijk overzicht te geven van de ervaringen die wij in de afgelopen 4 à 5 jaar hebben opgedaan op het gebied van de directe zaai van maïs. Hieronder verstaan wij het inzaaien van een gewas terwijl het grootste deel van de grond niet door een mechanisch bewerking verstoord wordt. Directe zaai moet niet verward worden met 'zaaien zonder een kerende grondbewerking' wat onder andere in de provincie Limburg een belangrijk item is geworden ter voorkoming van bodemerosie. Ook moet direct zaaien niet verward worden met het 'spitten en zaaien in één werkgang' zoals in sommige regio's als zaaisysteem zijn opgang heeft gekregen met als voordeel dat alle grondbewerkingen en zaaien in één keer gedaan worden.

Toch liggen beide voorbeelden dicht tegen het principe van direct zaaien aan, waarmee meteen ook blijkt dat de redenen om aan directe zaai te gaan beginnen heel divers kunnen zijn. Zo begon 11 jaar geleden melkveehouder Henk Pol in Uffelte (Dr.) aan de ontwikkeling van een direct-zaai machine die smalle strookjes uit de grond freesde waar maïs ingezaaid kon worden. De voornaamste reden om hier aan te beginnen was de draagkracht van de grond waarop hij boerde: veengrond. Vanuit het praktijk onderzoek kwamen we bij het Louis Bolk Instituut via een andere weg op directe zaai: de onkruidproblematiek in de biologische maïsteelt en de uitspoeling van nitraat bij de teelt van maïs op gescheurd grasland.

De verschillende redenen om aan directe zaai te beginnen worden in hoofdstuk 1 van deze brochure beschreven. Welke argumenten belangrijk zijn voor uw specifieke situatie hangt af van de grondsoort, het teeltsysteem als ook uw persoonlijke voorkeuren af. In hoofdstuk 2 wordt dan verder uitgewerkt hoe het direct zaaien uitgevoerd moet worden. Naast de te gebruiken machines wordt ook aandacht besteed aan de bemesting, de behandeling van de voorvrucht en de opbrengsten en de kosten bij directe zaai. Maar we beginnen met een korte **boerensamenvatting** voor diegenen die gelijk aan de slag willen.



Boerensamenvatting

1. Argumenten voor directe zaai

Afhankelijk van het type bodem of teeltsysteem zijn er verschillende argumenten om de directe zaai van maïs te overwegen. In de onderstaande twee tabellen staan de belangrijkste overwegingen per grondsoort en per teeltsysteem opgesomd.

Argumenten voor directe zaai voor verschillende bodemtypes

	Voorkomen van structuurbederf	Betere draagkracht bij oogst	Voorkoming van bodemdaling	Voorkomen bodemerosie	Behoud bodemleven
Veengrond		++	++		++
Droge, hoge zandgrond	+			+	++
Natte, lage zandgrond	++	+			++
Kleigronden	++	++			++
Leemgronden	++	++			++
Hellende lössgronden	+			++	++

Argumenten voor directe zaai voor verschillende teeltsystemen

	Behoud bodem-organische stof	Voorkoming nitraatuitspoeling
Maïs in rotatie met gras	+	++
Continu teelt maïs	++	+

2. Hoe direct zaaien

a. Machine keuze

Voor de directe zaai van maïs zijn in Nederland twee verschillende machines ontwikkeld: De Polfrees en De Hunter. Met beide machines zijn goede ervaringen en de opbrengsten ontlopen elkaar niet veel. Wil je voor de maïs een vorm van zaaibedbereiding, een egale en snelle opkomst en/of de mogelijkheid van een rijenbemesting met drijfmest dan moet je kiezen voor de Polfrees. Wil je de bodem met het bodemleven en de natuurlijke waterinfiltratie zo veel mogelijk in tact houden en zo weinig mogelijk onkruidontwikkeling in de maïsrij dan moet je voor De Hunter kiezen.

b. Behandeling voorvrucht en onkruidbestrijding

Dik een week voor inzaai moet de graszode of groenbemester doodgespoten worden met Round-up (3 l/ha). Let daarbij op de inwerktijd voor round-up die bij voorkeur 7-10 dagen is bij gewone Round-up en 3-5 dagen bij Round-up max.
Voor een optimale opbrengst zou in het 3-5 bladstadium van de maïs ook nog een maïsbespuiting moeten worden uitgevoerd. Dit is met name zo bij directe zaai in een graszode. Bij directe zaai in een groenbemester zou deze bespuiting eerder weggelaten kunnen worden. Daar het onkruidbestand bij directe zaai heel anders is dan bij ploegen is aan te raden om met een spuitexpert het middelengebruik af te stemmen.

c. Bemesting

Bij inzaai met De Hunter moet vlak voor inzaai (maar na de inwerktijd van de Round-up) het perceel worden bemest met 30-35 m^3 runderdrijfmest per hectare bij zaai in een bestaande graszode en 40-50 m^3 runderdrijfmest per hectare bij zaai in een groenbemester. Met De Polfrees kan zonder problemen 20-25 m^3/ha in de rij meegegeven worden tijdens inzaai. Grotere hoeveelheden zijn onder droge omstandigheden waarschijnlijk geen probleem, maar kunnen onder natte omstandigheden voor een te papperig zaaibed zorgen. Voor de zekerheid kan een deel van de bemesting voor inzaai met de zodebemester worden gebracht.
Een rijenbemesting met 100-150 kg/ha maïsmap is alleen te overwegen op fosfaatfixerende gronden. Voor niet fosfaatfixerende gronden kan voor het voorkomen van fosfaattekorten in het vroege voorjaar maïs met fosfaatcoating of fosfaat-microgranulaat (fysiostart) worden overwogen.



Polfrees: rijenfrees met drijfmesttoediening in de rij.



De Hunter: graslandwoeler met aandrukrol.



Deel 1 De argumenten voor het direct zaaien van maïs

Er zijn een veelvoud aan redenen om de overstap op het systeem van de directe zaai te overwegen. Per grondsoort en teeltsysteem kunnen de argumenten verschillend zijn, maar het belang dat u als individuele boer hecht aan elk van deze onderwerpen speelt minstens net zo'n belangrijke rol. Veel van de voordelen spelen op de langere termijn en betalen zich pas in de loop der jaren terug. Het korte termijn voordeel ligt vooral in de lagere teeltkosten zoals te zien is in deel 2.

1.1 Voorkoming van insporing en verdichting

Problemen met de gangbare teelt

De teelt van snijmaïs betekent in veel gevallen een behoorlijke aanslag op de structuur van de bodem. Met name de late oogst en het gebruik van zware machines, vaak onder natte omstandigheden, zorgt voor verdichting van de ondergrond. Dit is het meest merkbaar op de lagere, vochtige gronden waar structuurbederf zorgt voor plassen en moeilijk opdrogende plekken in het land. Ook kan op deze gronden de geringe draagkracht tijdens de oogst een belangrijk probleem vormen. Voor sommige boeren zijn dit redenen om op die gronden helemaal geen maïs meer te telen.

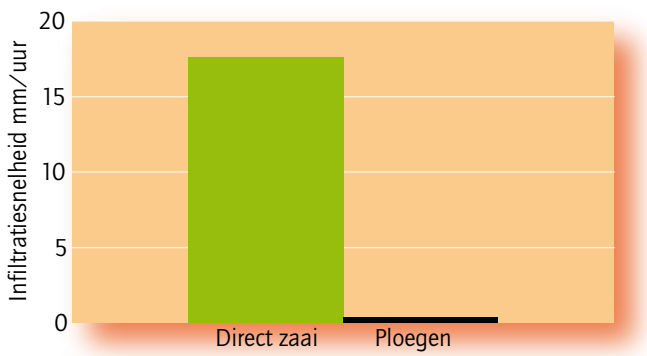
Maar ook op de hogere en droge zandgronden heeft een verdichting van de ondergrond zijn gevolgen. Dit is goed te merken op gronden waar jaar op jaar maïs wordt verbouwd. Door de slechtere bodemstructuur kunnen de wortels moeilijker bij de voedingsstoffen komen en de maïs moet steeds meer bemest worden om dezelfde opbrengsten te behouden.

< Verdichting door machines zorgt voor plasvorming en slechtere doorwortelbaarheid van de bodem.

Een verdichte laag op ploegdiepte (ploegzool) kan de wortels ook tegenhouden om goed bij het diepere grondwater te komen waardoor de maïs eerder last heeft van uitdroging.
Op veengronden is de teelt van maïs vaak moeilijk vanwege de geringe draagkracht van de grond tijdens de oogst. Daarnaast is er steeds meer aandacht voor de toenemende problemen met bodemdaling in deze gebieden. Maïs wordt daarom maar weinig verbouwd op deze gronden.

Direct zaaien

Door de grond niet te ploegen, behoudt de bodem veel meer de eigen draagkracht en stabiele structuur. Het klinkt misschien tegenstrijdig, maar de luchtige structuur die direct na het ploegen ontstaat, verdwijnt in de loop van het seizoen geheel. Dit komt omdat een stabiele, levende structuur van de bodem vervangen wordt met een instabiele, dode structuur. Na een aantal regenbuien zakt deze mechanische structuur in elkaar waardoor dichtere en onsamenhangende grond overblijft. Door niet te ploegen wordt het skelet van wortels en wormengangen, die zo belangrijk is voor de natuurlijke draagkracht en drainage van de grond, in stand gehouden. Naast minder insporing staan er ook minder plassen op het land, zowel voor als na de oogst. Uit Zwitsers onderzoek is gebleken dat op gronden waar niet geploegd wordt het water bijna 50 keer sneller weg is dan op gronden waar regelmatig geploegd wordt. Uit hetzelfde meerjarige onderzoek is ook gebleken dat de vorming van een ploegzool voorkomen wordt bij direct zaaien. Na tien jaar niet-ploegen was er geen overgang meer te zien tussen de boven- en ondergrond en konden wortels ongestoord doorgroeien naar de ondergrond. Hierdoor konden de gewassen in geval van aanhoudende droogte langer aan water blijven komen.



Figuur 1: Waterinfiltratie vele malen beter na 12 jaar niet ploegen.



Plasvorming door structuurbederf na traditionele teelt van maïs. Op het omliggende land is de maïs met directe zaai ingezaaid.



Wortels kunnen moeilijk de ondergrond bereiken door een verdichting op ploegdiepte (ploegzool).



1.2 Behoud bodemvruchtbaarheid

Problemen met de gangbare teelt

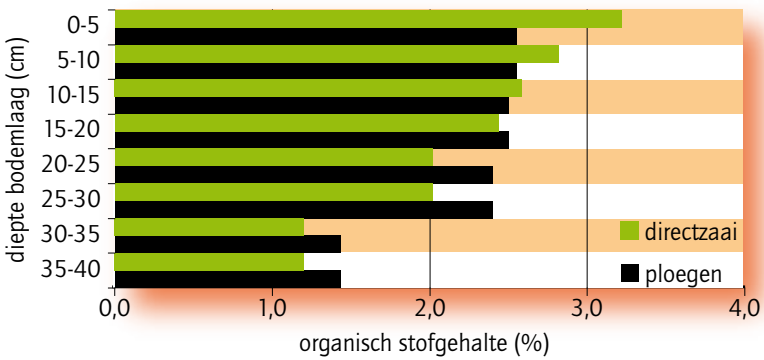
Het telen van éénjarige gewassen als snijmaïs voegt minder organische stof toe aan de bodem dan meerjarige gewassen als gras (675 kg per hectare per jaar voor maïs ten opzichte van 1400 kg bij een graszode). Dit komt doordat de opbouw van organische stof zich maar in een klein deel van het seizoen afspeelt en steeds onderbroken wordt door het afsterven van het gewas en het ploegen van de grond. Bij continu teelt van maïs zijn de organische stofgehaltes dan ook lager dan onder grasland. Dit blijkt ondermeer uit een langjarig experiment in België waar 36 jaar maïsteelt wordt vergeleken met 36 jaar grasland en een wisselbouw van maïs (3 jaar) en gras (3 jaar) (zie tabel 1). Dit verlies in opbouw van organische stof laat zich moeilijk compenseren door extra bemesting. Een organisch stofgehalte van 1% in een laag van 0 tot 10 cm betekent ongeveer 13 ton organische stof per hectare. Om dit aan de bodem toe te voegen in de vorm van mest is een gift van ongeveer 450 m^3 drijfmest per hectare nodig.

Tabel 1: Blijvend grasland geeft hogere organisch stofgehaltes en stikstofleverend vermogen (NLV) dan continu teelt maïs.

Bodemanalyses (0-10 cm) van vier teeltsystemen	Organische stof (%)	NLV[1] (kg N/ha)
36 jaar grasland	5,7	159
3 jaar grasland na 3 jaar snijmaïs	3,3	93
3 jaar snijmaïs na 3 jaar grasland	3,8	102
36 jaar maïsland	2,3	55

[1] NLV staat voor het stikstofleverend vermogen van de bodem Ongepubliceerde data N. van Eekeren, LBI.

< Het behoud van organische stof in de bovengrond zorgt voor een hoger stikstofleverend vermogen voor vervolggewassen, een betere vochtbeschikbaarheid voor gewassen en bescherming van de bodem tegen wind- en watererosie.



Figuur 2: Organisch stofgehalte bij directe zaai is met name in de bovenste 15 cm van de grond hoger dan bij ploegen. Uit: Humusgehalt nach 11 Jahren Direktsaat und Pflug (2007).

Box 2 Het nut van organische stof

Organische stof speelt een belangrijke rol in de bodem. Het zorgt voor een verbetering van de bodemstructuur waardoor er meer lucht in de bodem kan komen. Ook beschermt het de bodem tegen verslemping (dichtslaan van de grond) en verlies van bodemvruchtbaarheid door wind- en watererosie. Daarnaast houdt het vocht en voedingsstoffen vast waardoor een plant minder snel last heeft van droogte en voedingstoffen minder snel uitspoelen. ***Een organisch stofgehalte van 1% in de bovenste 10 cm betekent 6 mm meer beschikbaar vocht*** *voor de planten. Daarnaast levert organische stof voedingsstoffen aan de planten doordat het bodemleven steeds een klein deel van deze organische stof afbreekt. Zo zorgt* ***1 % organische stof in de bovenste 10 cm voor een stikstofleverend vermogen (NLV) van ongeveer 25 kg N/ ha*** *(10 m^3 drijfmest per hectare). Bij een graszode betekent el****ke procent organische stof daarom een verhoging van de grasproductie van 500 kg droge stof per hectare.***

Direct zaaien

Uit een meerjarig Zwitsers onderzoek blijkt dat niet ploegen niet per definitie een verhoging van het organisch stofgehalte in de bodem betekent. Hoewel duidelijk blijkt dat het organisch stofgehalte onder direct zaaien in de bovenste 15 cm van de grond hoger is dan bij ploegen, is het gehalte in de laag daaronder (15-30 cm) lager. Over de hele bouwvoor gekeken (0-30 cm) is er geen verschil in organisch stofgehalte tussen direct zaaien en ploegen (2,5 % organische stof). Het verschil tussen wel of niet ploegen zit dan vooral in de verdeling van de organische stof over de diepte. Bij ploegen is het organische stofgehalte in de hele bouwvoor ongeveer gelijk. Bij direct zaaien neemt het organische stofgehalte geleidelijk af met de diepte. Doordat de organische stof bij direct zaaien meer aan de oppervlakte zit, is toch een gunstiger effect te verwachten voor het gewas. De meeste plantenwortels bevinden zich namelijk in de bovenste 10-15 cm van de bodem waardoor het verhoogde vochthoudende en stikstofleverende vermogen hier beter benut kan worden door de plant. Ook zorgt het hogere organisch stofgehalte aan de oppervlakte voor een betere bescherming van het bodemoppervlak tegen verslemping (dichtslaan van de grond), afspoeling van vruchtbare grond door watererosie en verwaaien van vruchtbare grond op stuifgevoelige gronden.

Box 3 Direct zaaien voorkomt wind- en watererosie

Het verlies van bodemvruchtbaarheid door afspoeling (watererosie) of verwaaien (winderosie) komt maar op een beperkt aantal gronden voor in Nederland. Daar waar dit een rol speelt (hellende gebieden en hele lichte zandgronden) kan dit echter een belangrijke verliespost van organische stof zijn. Het bedekt houden van de grond door niet te ploegen kan een belangrijke bijdrage leveren in het vasthouden van de vruchtbare grond. In 2002 werd dit bevestigd in een kort oriënterend onderzoek uitgevoerd op proefbedrijf Vredepeel in Limburg. Hieruit bleek dat directe zaai de afspoeling van grond inderdaad substantieel kan verminderen (Laarhoven, 2003). Optimalisatie van het systeem is echter nog wel gewenst.



1.3 Voorkoming milieuverliezen

Problemen met de gangbare teelt

De teelt van snijmaïs staat bekend als één van de oorzaken van de vervuiling van grond- en oppervlaktewater met nitraat. Uit een Brabantse studie (Berg en Poelen, 2003) blijkt dat dit met name te wijten is aan snijmaïs die in rotatie wordt verbouwd met gras. Bij het scheuren van grasland komt zoveel stikstof vrij (250-300 kg N/ha) dat geen enkel volggewas dit goed kan opvangen (zie tabel 2). Naast milieuvervuiling betekent dit ook een kostbaar verlies van meststoffen die op een later tijdstip met andere meststoffen moet worden aangevuld.

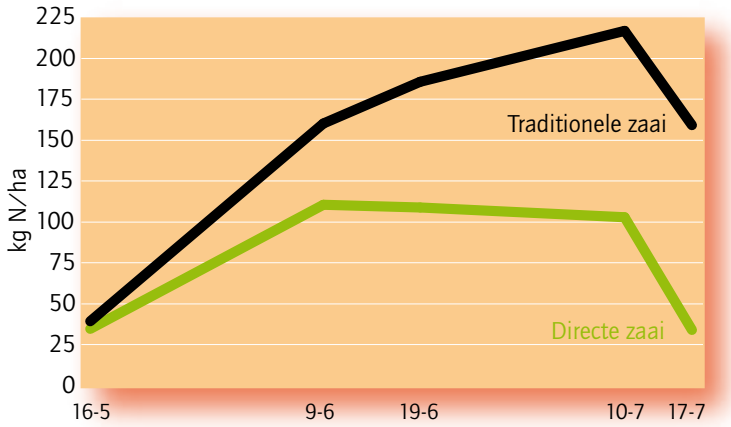
Met name ter voorkoming van de nitraatuitspoeling heeft het ministerie van landbouw paal en perk gesteld aan wanneer grasland mag worden gescheurd en wat voor gewassen hierna geteeld mogen worden. Ook is bij de teelt van maïs een nateelt met een groenbemester verplicht gesteld. Toch kunnen deze maatregelen niet voorkomen dat na het scheuren van grasland hoge nitraatgehaltes terug te vinden zijn in het grondwater. Het is dus zoeken naar andere methodes om de explosieve mineralisatie na het scheuren van grasland te temperen.

Hoewel de uitspoeling van nitraat minder speelt bij snijmaïs in continu teelt wordt ook daar de norm van 50 mg nitraat-N per liter regelmatig overschreden. Het werken aan vermindering van nitraatuitspoeling blijft daarom ook bij continu teelt belangrijk.

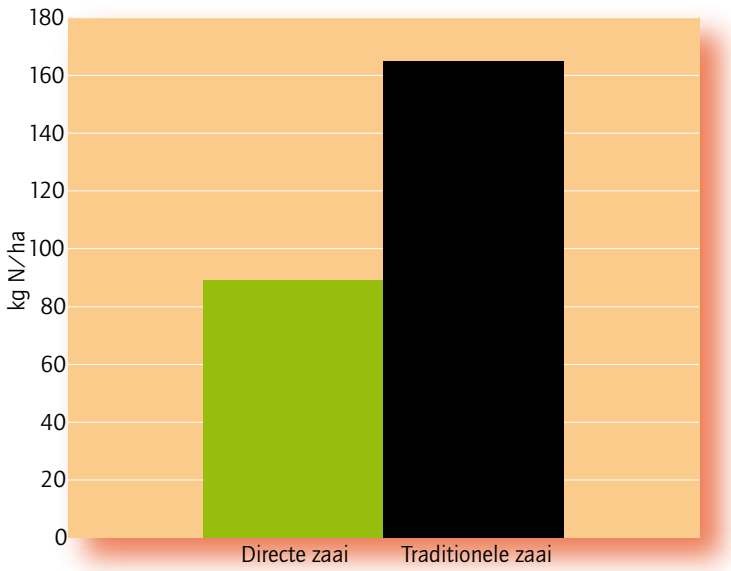
Tabel 2: Het streefgetal voor nitraat in grondwater (50 mg nitraat N/l) wordt vooral overschreden in de eerste jaren na scheuren van grasland.

Gewas		Nitraatgehalte grondwater (mg/l)
Snijmaïs	1e jaar na scheuren grasland	171
	2e jaar na scheuren grasland	133
	Maïs >2 jaar na scheuren grasland	81
Grasland	1e jaar na herinzaai	170
	1e jaar na herinzaai	51
	Ouder dan 1 jaar	54

Uit: Berg en Poelen, 2003.



Figuur 3: Stikstof mineralisatie bij directe zaai veel geleidelijker dan bij ploegen bij maïszaai op gescheurd grasland.



Figuur 4: Rest stikstof in de bodem na de oogst van snijmaïs is lager bij directe zaai dan bij ploegen.

Direct zaaien

Door een minimale verstoring van de bodem bij direct zaaien, verloopt de mineralisatie van de bodemorganisch gebonden stikstof, met name bij maïsteelt na meerjarig grasland, veel minder explosief dan bij ploegen (zie figuur 3). Het geleidelijker vrijkomen van de stikstof zorgt ervoor dat de kans op uitspoeling of vervluchtiging veel kleiner is. Dit is vooral terug te zien in jaren dat er veel neerslag valt vlak na het zaaien van de maïs. De explosief vrijgekomen stikstof na ploegen spoelt dan met het neerslagoverschot uit naar diepere bodemlagen waar het buiten het bereik van de maïs komt. Doordat bij direct zaaien veel minder stikstof in één keer mineraliseert is de kans op deze vroege stikstofverliezen veel kleiner. Hierdoor kan de direct gezaaide maïs op de later mineraliserende organische stof toch nog goed ontwikkelen terwijl de maïs in het geploegde nu zelfs stikstof te kort kan komen om tot goede producties te komen.

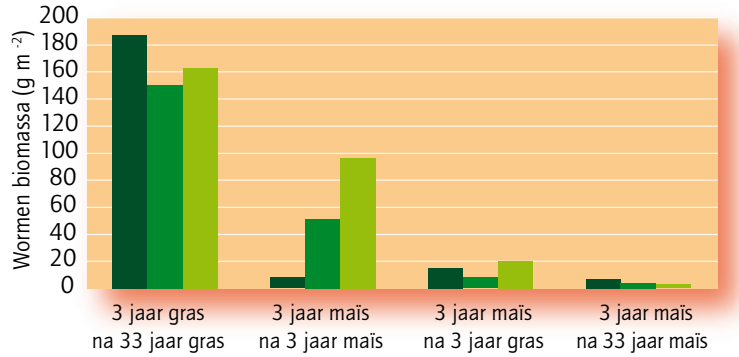
In jaren zonder een vroeg neerslagoverschot is de situatie anders. De traditioneel gezaaide maïs staat er dan vroeg in het seizoen donkergroen op vanwege de overmaat aan stikstof in de grond. Die overmaat is echter zo groot dat zelfs een goede maïsproductie niet alle stikstof uit de bodem kan halen en er na de oogst een grote hoeveelheid stikstof overblijft. Deze rest stikstof spoelt voor het grootste deel uit in het daarop volgende winterseizoen. Bij directe zaai komt in totaal echter minder stikstof vrij waardoor er ook minder overblijft aan het einde van het seizoen en dus ook minder uitspoelt.



1.4 Behoud van bodemleven

Problemen met de gangbare teelt

Het ploegen van grond heeft een behoorlijk effect op het bodemleven. Naast de massale sterfte van schimmels en bacteriën betekent dit ook een sterke afname van het aantal regenwormen in de grond. Dit werd ook gevonden in een langjarig vruchtwisselingexperiment in België (zie figuur 5). Het aantal regenwormen bij continu teelt maïs is een fractie van het aantal regenwormen dat te vinden is onder grasland. De afname in het aantal regenwormen is erg drastisch, meteen al het eerste jaar na ploegen, en het herstel is langdurig. Ook uit ander onderzoek blijkt dat pas na een jaar of tien de wormenpopulatie weer op het oude niveau is van voor het ploegen.



Figuur 5: Wormen zijn erg gevoelig voor ploegen. Lage wormenaantallen na maïs herstellen zich onder gras, maar deze opbouw gaat veel langzamer dan de afname na ploegen.

< Regenwormen zijn erg gevoelig voor mechanische schade door ploegen of frezen.

Box 4 De functie van het bodemleven

Een gezonde bodem met veel levende organismen draagt meer bij aan een goede plantengroei dan veelal wordt gedacht. Zo zijn er schimmels (mychorizza) die met plantenwortels vergroeien. Deze mychorizza vormen een uitgebreid netwerk in de bodem dat onder andere heel efficiënt is in het losweken van fosfaat uit de bodem. Daar grondbewerking deze netwerken telkens weer verstoort, treden in een bodem waar niet geploegd wordt minder snel fosfaattekorten op in het gewas. Naast mychorizza zijn regenwormen erg belangrijk voor de bodemgezondheid en de gewasgroei. Wormen helpen bij de vertering van organisch materiaal waardoor nutriënten makkelijker beschikbaar komen voor de planten. In wormenpoep komt 5 x meer plantbeschikbare stikstof voor, 7 x meer oplosbare fosfaat en 11 x meer kalium voor dan in de omringende bodem (Chervet, 2007). Ook zorgen wormen voor het vermengen van organisch materiaal en grond. Hierdoor is de grond minder slempgevoelig en ontstaat er een mooie kruimelstructuur die zorgt voor een goede mix van water, lucht en grond, wat essentieel is voor een goede gewasgroei. Daarnaast zorgen verticaal pendelende wormen voor gangen door storende lagen in de bodem waardoor wortels weer de ondergrond kunnen bereiken. Deze gangen zorgen er ook voor dat water makkelijker weg kan wat voor een deel de veel betere drainage van ongeploegde gronden verklaart (zie hoofdstuk 1.1).



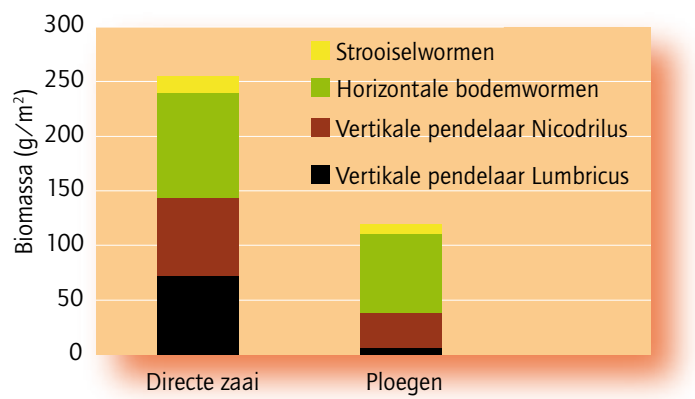
Plantenwortels gebruiken wormengangen veelvuldig voor het bereiken van diepere bodemlagen.

Direct zaaien

Het effect van direct zaaien op het behoud van het bodemleven is behoorlijk groot. Zo blijven mychorizza schimmelnetwerken veel beter intact (zie box 4). Daarnaast vonden we in experimenten in Drenthe in 2006 bij maïsteelt op gescheurd grasland dat de wormenpopulatie met ploegen al meteen het eerste jaar met een kwart tot de helft terugliep ten opzichte direct zaaien (tabel 3). Dit wordt bevestigd door metingen gedaan in Zwitserland waar een akkerbouwrotatie met ploegen en met direct zaaien met elkaar werden vergeleken (figuur 6). Niet alleen bleek het totale wormenaantal bij direct zaaien twee keer zo hoog als bij ploegen, het verschil bleek met name te zitten in de vertikaal pendelende wormen die vier keer meer voorkwamen in de niet geploegde grond. Met name deze verticale pendelaars zijn belangrijk voor het doorbreken van storende lagen in de grond.

Tabel 3: Regenwormenpopulatie wordt al het eerste jaar na maïsteelt op gescheurd grasland minstens gehalveerd door ploegen in vergelijking met directe zaai.

Biomassa regenwormen (g/m²)	Veengrond	Zandgrond
Direct zaaien	98	285
Traditionele zaai	22	143



Figuur 6: Wormenpopulatie bij directe zaai is twee keer zo groot als bij ploegen, de vertikale pendelaars komen vier keer meer voor.



Deel 2 Hoe direct zaaien

In dit deel proberen we een overzicht te geven van waar je op moet letten wanneer je directe zaai wilt toepassen. De aanwijzingen worden gegeven op basis van onze huidige kennis. Het is echter duidelijk dat er nog veel te verbeteren valt aan het systeem. In het laatste hoofdstuk (2.6) zullen we daarom aandacht geven aan deze mogelijke verbeterpunten.

2.1 De machines

Voor de directe zaai zijn in de loop der tijd twee machines ontwikkeld: De Hunter van machinebouwer Evers-Agro en de Polfrees, van melkveehouder Henk Pol.

De Hunter bestaat uit een woelpoot die de grasmat volledig in tact laat. Vóór de woelpoot loopt een schijf die de grasmat open snijdt. Achter de woelpoot loopt een set aandrukwielen die voorkomen dat de voor te ver open blijft staan. Een maïszaaimachine wordt achter de woeler gemonteerd zodat precies in de gewoelde voor de maïs kan worden gezaaid.

De Polfrees is een front-over-top-pennenfrees die om de 75 cm een strook van 12 cm freest. De freesbakken zijn voorzien van een drijfmest doseringssysteem onderin de gefreesde voor. Hiermee kan 20-30 m^3 drijfmest per hectare als rijenbemesting meegegeven worden aan de maïsplanten. Met de frees en mesttoediening voorop de trekker kan een willekeurige maïszaaimachine achter de trekker worden gemonteerd om in de gefreesde stroken maïs in te zaaien.

Beide systemen van inzaai hebben hun eigen voor en nadelen:

< Rechts strookjes zwarte grond van de Polfrees. Links zie je vlak na zaaien nauwelijks dat De Hunter maïs heeft ingezaaid.

De Hunter		De Polfrees
Laat zode in tact	⟷	Maakt strookjes zwarte grond
Rijenbemesting alleen met kunstmest of microgranulaat	⟷	Rijenbemesting met drijfmest mogelijk
Woelpoot doorbreekt storende lagen	⟷	Diepere storende lagen worden niet opgebroken
Beginontwikkeling langzamer	⟷	Beginontwikkeling vlot
Hier en daar nakomers vanwege ongelijke zaaidiepte		Opkomst egaal
Kan heel goed tegen wateroverschot in begin groei	⟷	Kan minder goed tegen wateroverschot (eerder verslemping en waterstagnatie in gefreesde strook)
Beste opbrengsten in natte jaren (2007)	⟷	Beste opbrengsten in drogere jaren (2005 en 2006)





Hunter van machinebouwer Evers-Agro, woelpoot met aandrukrol.





Polfrees van rundveehouder Henk Pol, een rijenfrees gecombineerd met drijfmesttoediening in de rij.



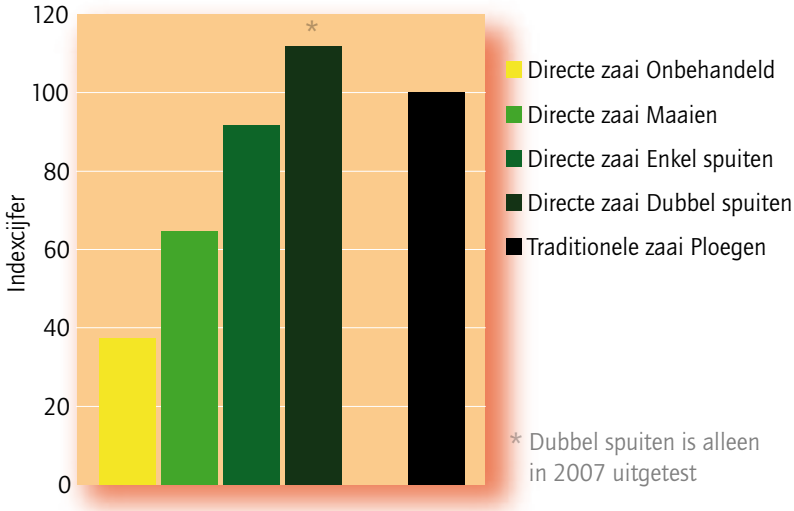
2.2 Behandeling van de voorvrucht en onkruidbestrijding

De voorvrucht van maïs bestaat uit meerjarig grasland, of een groenbemester in de vorm van winterrogge, of najaars ingezaaid gras. Voor het optimale behoud van draagkracht, bodemleven en bodemvruchtbaarheid is het, het beste wanneer deze voorvrucht helemaal in leven wordt gehouden. Het blijkt dan echter niet mogelijk om goede opbrengsten te behalen.

Directe zaai in meerjarig grasland

Bij experimenten van directe zaai in een bestaande graszode bleek dat de grootste concurrentie komt van het gras dat direct tegen de maïsrij staat. Het uitfrezen van stroken of het doodspuiten van het gras direct boven de maïsrij bleek echter onvoldoende om de vochtconcurrentie en mineralenconcurrentie voldoende tegen te gaan. De maïsproductie werd met ongeveer 60% gedrukt door de concurrentie van de graszode tussen de maïsrijen (zie figuur 7). Door dit overblijvende gras enkele keren te maaien kon de opbrengstreductie teruggebracht worden tot een kleine 40%. Hoewel dit nog steeds een optimaal behoud van draagkracht en bodemkwaliteit geeft, is deze opbrengstreductie te groot voor de meeste boeren om een aantrekkelijk alternatief te zijn. Het volledig doodmaken van de graszode door een round-up bespuiting voor inzaai lijkt daarom noodzakelijk om tot goede opbrengsten te komen. Hiermee kan de opbrengstreductie teruggebracht worden tot 10%. Toch blijkt in een doodgespoten zode nog veel onkruid tot ontwikkeling te komen. Hoewel dit veelal niet de meest vervelende onkruiden zijn (muur, herderstasje, straatgras) kunnen ze toch nog voor een opbrengstreductie zorgen. Een vroege round-up bespuiting laten volgen door een maïsbespuiting kan dit probleem oplossen. Door het andere onkruidbestand kan waarschijnlijk met minder middelen worden gespoten dan gebruikelijk. Naast een kostenbesparing kan dit ook een groeivertraging bij de maïs voorkomen. Overleg daarom met een spuitexpert welke middelen het best kunnen worden ingezet.

< Het doodspuiten van de graszode voorkomt opbrengstreductie bij de maïs.



Figuur 7: Om vergelijkbare opbrengsten te krijgen bij directe zaai met traditioneel gezaaide maïs moet de graszode vooraf doodgespoten worden en bij voorkeur gevolgd door een maïsbespuiting.



Door een minder agressief onkruidbestand kan waarschijnlijk met minder of goedkopere middelen gespoten worden of kan de maïsbespuiting in sommige gevallen zelfs achterwege gelaten worden.

De opbrengst van direct gezaaide maïs komt bij een goede onderdrukking van het gras en onkruid en voldoende bemesting overeen met die van traditioneel gezaaide maïs. Met name in jaren met veel regenoverschot in het vroege groeiseizoen kan de productie zelfs boven die van traditioneel gezaaide maïs uitkomen.

Directe zaai in een groenbemester

Met het zaaien van snijmaïs na een groenbemester zijn nog weinig experimenten gedaan. Loonbedrijf De Hoop uit Wierden, die al meerdere jaren directe zaai toepast met behulp van de Hunter, heeft echter de ervaring dat de onkruidontwikkeling na het doodspuiten van een groenbemester veel geringer is dan bij een doodgespoten graszode. Hierdoor kan een maïsbespuiting vaak achterwege blijven.



Henk Pol heeft een rijenmaaimachine ontwikkeld voor het maaien van het gras tussen de maïs.



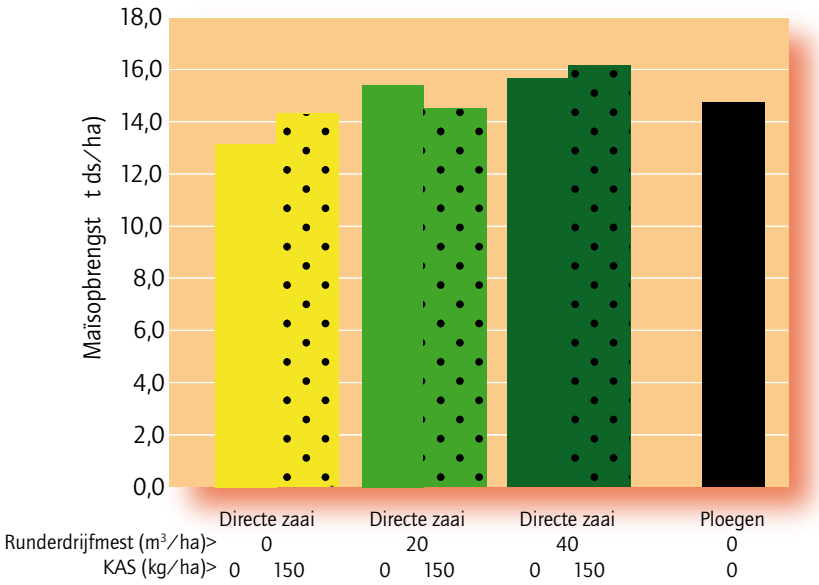
2.3 Bemesting

Snijmaïs in rotatie met grasland

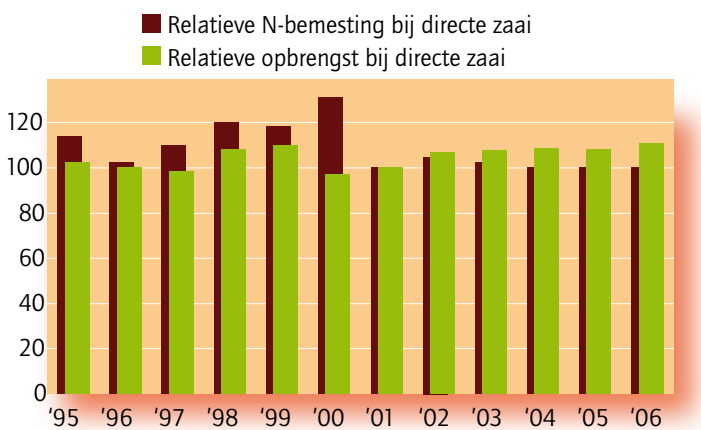
Bij de uitvoer van experimenten met directe zaai van snijmaïs in grasland werd al snel duidelijk dat er ten opzichte van traditionele maïszaai (ploegen) extra bemesting nodig was om tot vergelijkbare opbrengsten te komen. Dit kan voor een groot deel verklaard worden door het feit dat de stikstofmineralisatie van de graszode bij directe zaai veel geleidelijker op gang komt dan bij ploegen, spitten of frezen (zie hoofdstuk 1.3). Bij het ploegen van grasland komt zoveel stikstof vrij dat dit in de meeste jaren al voldoende is voor de maïs. Toch bemesten veel veehouders de snijmaïs op gescheurd grasland nog met 30-35 m^3 per hectare. Hoewel dit in de meeste jaren alleen maar bijdraagt aan een verhoogde uitspoeling van stikstof naar het grondwater, kan dit in extreem natte jaren als 2007 mogelijk toch een verschil uitmaken wanneer de explosief vrijgekomen stikstof uit de geploegde graszode voor een groot deel uitspoelt. Bij directe zaai maakt het niet uit of het een nat of een droog jaar wordt, bemesting is nodig om tot goede opbrengsten te komen. Een drijfmestgift van 30-35 m^3 per hectare lijkt echter afdoende voor vergelijkbare opbrengsten als bij traditionele zaai.

Continu teelt maïs

Bij continu teelt van maïs of maïs in rotatie met andere akkerbouwgewassen (granen, bieten etc.) ligt de mestbehoefte over het algemeen hoger dan bij zaai van maïs na grasland. Vaak is een mestgift van 40-50 m^3 per hectare voldoende om tot een goede maïsontwikkeling te komen. De mestbehoefte bij directe zaai verschilt daarbij niet van die bij traditionele zaai (ploegen). De opbrengsten bij directe zaai zullen in de eerste jaren na omschakeling niet veel afwijken van die bij traditionele zaai. Uit langjarige experimenten in Zwitserland blijkt echter dat in de loop der jaren de opbrengsten bij directe zaai bij een zelfde bemesting 5-10% hoger uitvallen (Sturny, 2007).



Figuur 8: Maïsopbrengsten directe zaai vergelijkbaar met ploegen bij voldoende bemesting.



Figuur 9: Opbrengsten bij directe zaai worden na een aantal jaren van omschakeling beter dan bij traditionele zaai in een langjarig experiment in Zwitserland.

Box 5 KAS, Maïsmap of Fysiostart

Voor velen is het normaal om naast een drijfmestgift ook nog 100-150 kg KAS of 100-150 kg maïsmap mee te geven in de rij. Hoewel de maïsgroei wel reageert op de stikstof rijenbemesting van KAS of maïsmap lijkt de efficiëntie van kunstmeststikstof een stuk lager dan die van drijfmest. Snijmaïs heeft namelijk pas 2 maanden na zaai behoefte aan veel stikstof en kunstmeststikstof kan in de tussentijd makkelijk verloren gaan. Hoe sneller de meststof, hoe meer er verloren kan gaan. Ook het effect van een rijenbemesting met fosfaat wordt nog vaak overschat. De fosfaattoestand van veel gronden is zo goed (Pw>50) dat er nauwelijks fosfaattekorten optreden en dat de drijfmest voldoende fosfaat meebrengt. Mogelijke tekortverschijnselen treden vooral op aan het begin van het groeiseizoen daar fosfaat ook belangrijk is voor de vroege wortelontwikkeling. Een kleine fosfaatbemesting in de vorm van gecoate maïs of fosfaat microgranulaat (fysiostart) is dan te overwegen. Maïsmap is pas te overwegen op gronden met een laag Pw getal, in veel gevallen fosfaatfixerende gronden. Kijk voor fosfaatadvies op www.bemestingsadvies.nl.



Rijenbemesting met fosfaat-microgranulaat (fysiostart) is voor de meeste gronden voldoende voor een goede beginontwikkeling.



2.4 Opbrengsten en voederwaarden

In de vorige twee paragrafen bleek al dat direct gezaaide maïs bij een optimale behandeling van de graszode en voldoende bemesting minstens vergelijkbare opbrengsten kan geven als de traditionele teelt van snijmaïs. In jaren met relatief weinig regen in het vroege groeiseizoen geeft ploegen waarschijnlijk net betere opbrengsten dan bij directe zaai en zijn de opbrengsten bij de Polfrees net iets hoger dan bij de Hunter.

Op nattere percelen en in jaren met relatief veel regen in het vroege groeiseizoen zal dit echter andersom zijn. De Hunter laat dan zien dat het volledig in tact houden van de bodem zorgt voor een betere verwerking van het regenwateroverschot en dat de maïs beter kan blijven doorgroeien.

De meer gelijkmatige mineralisatie als gevolg van directe zaai zorgt voor een verlaging van de kans op uitspoeling van stikstof in het vroege seizoen zodat er nog stikstof overblijft voor de kolfzetting.

Hoewel de direct gezaaide maïs aan het begin van het groeiseizoen er minder donker groen opstaat en de hoogteontwikkeling iets achterblijft ten opzichte van traditioneel gezaaide maïs, wordt deze achterstand vaak meer dan goed gemaakt in het tweede deel van het groeiseizoen. Door de nadruk van de groei in het tweede deel van het groeiseizoen is de voederwaarde van direct gezaaide maïs goed. Dit is vooral terug te vinden in het zetmeelgehalte en de VEM-waarde.

Tabel 4: Voederwaarde direct gezaaide maïs vaak iets beter in VEM en zetmeel.

	Directe zaai	Traditionele zaai
VEM	996	974
DVE	64	64
OEB	-48	-45
RE	74	78
RC	178	185
R-as	36	37
V-COS	77	76
Zetmeel	341	327



2.5 Kostenafwegingen

Bij het vergelijken van de teeltkosten blijkt dat de directe zaai kostenbesparend is ten opzichte van traditionele zaai. Bij het inzetten van de Hunter worden de kosten van de stoppelbewerking en het ploegen uitgespaard. Bij de Polfrees komt het uitsparen van de bemestingskosten daar nog bovenop. Daar staat echter tegenover dat het zaaien zelf duurder uitvalt dan zaaien in geploegde grond omdat de rijsnelheid vaak minder hoog is en omdat er duurdere machines worden gebruikt. Toch kan de financiële besparing oplopen tot €155 per hectare. Bij het zaaien in een groenbemester zou de besparing zelfs nog groter kunnen zijn. Volgens de ervaringen van loonbedrijf De Hoop in Wierden (Ov.) kan de maïsbespuiting namelijk achterwege gelaten worden (zie §2.2). Dit zou nog eens €145 per hectare schelen. Het voordeel kan daarmee oplopen tot €285 per hectare. Daar staat echter tegenover dat niet iedereen bij traditionele zaai kiest voor én doodspuiten én een stoppelbewerking waardoor het kostenverschil in de praktijk toch lager uitvalt.

Tabel 5: Teeltkosten directe zaai lager dan traditionele zaai.

	Traditionele zaai		Directe zaai	
	Continu	Na gras	Hunter	Polfrees
Doodspuiten voorvrucht	75	75	75	75
Stoppelbewerking	45[1]	80[2]		
Bemesten	80[3]	60[4]	90[5]	
Ploegen	100	100		
Zaaien	65	65	125	150
Maïsbespuiting	145	145	145	145
Oogst	340	340	340	340
Maïszaad	170	170	170	170
Landhuur	600	600	600	600
	1620	**1635**	**1545**	**1480**

[1] stoppelbewerking met smaragd, [2] graslandfrees,
[3] bouwland injecteur voor 45 m³/ha, [4] zodebemester voor 25 m³/ha,
[5] zodebemester voor 35 m³/ha.



2.6 Ruimte voor verdere ontwikkeling

Zowel de ontwikkeling van de machines als het verbeteren van de teeltmethode staat nog niet stil bij de directe zaaimethodes. Zo is er begin 2008 alweer hard gewerkt aan een nieuwe versie van de Polfrees. De machine is zo gemaakt dat de buitenste elementen opklapbaar zijn voor transport en is de machine beter beveiligd tegen stenen in de ondergrond. Daarnaast wordt gekeken of de machine een kleine woelpoot kan krijgen onder de freesbakken om zo een al bestaande storende laag onder de freesdiepte te kunnen doorbreken. Daarnaast kan het op de wat fijnere gronden het vormen van een verdichte/versmeerde laag onder de freeshaken voorkomen. Op termijn wordt er ook aan gedacht om de machine te combineren met een sleepslang systeem voor de aanvoer van drijfmest. Ook bij de Hunter kan worden gedacht aan een combinatie met een rijen-zodebemester zodat een aparte zodebemesting kan worden overgeslagen.

Naast deze technische ontwikkelingen is er ook nog het één en ander te ontwikkelen aan het teeltsysteem zelf. Eén van die verbeteringen ligt in de bespuitingen. Hoewel zich in de doodgaande zode wel onkruiden ontwikkelen, zijn dit andere onkruiden dan die we normaal tegenkomen in de maïsteelt. Door de maïsbespuiting af te stemmen op deze, vaak minder agressief groeiende, onkruiden kunnen waarschijnlijk nog meer kosten worden bespaard. Ook hebben we in de experimenten van de afgelopen paar jaar ons voornamelijk geconcentreerd op de directe zaai na bestaand grasland. Sinds de invoering van de groenbemesterverplichting is directe zaai in een groenbemester echter minstens net zo kansrijk en bied nieuwe voordelen die we nog onvoldoende in beeld hebben.

Bij onze eerste ervaringen met dit teeltsysteem blijkt al wel dat er duidelijke verschillen zijn met directe zaai op bestaand grasland. Minder onkruidontwikkeling, lagere bodemorganische stoftoestanden en lagere referentieopbrengsten geven een ander perspectief aan

< De ontwikkeling van de doorzaaimachines staat nog niet stil.

directe zaai. Het verbeteren van de organische stof toestand in de bodem en de bodemstructuur zijn belangrijke redenen om directe zaai toe te passen bij de continu teelt van maïs, terwijl het voorkomen van uitspoeling van nitraat minder belangrijk is dan bij maïsteelt in rotatie met grasland.

Een laatste gebied waarop het teeltsysteem zich nog verder kan ontwikkelen is de optimalisatie voor de verschillende grondsoorten. Onze ervaringen zijn met name opgedaan op zandgronden en op veengronden. Vanwege het voordeel van het verbeteren en/of behoud van de bodemstructuur en de verbeterde draagkracht bij de oogst komt er steeds meer belangstelling van boeren die zware kleigronden hebben (komkleigronden in uiterwaarden), klei op veen, vochtige leemgronden of lössgronden in hellende gebieden. Hier zal de komende jaren ook ervaring mee moeten worden opgedaan.

Al deze ontwikkelingen geven aan dat de directe zaai misschien het stadium van puur experimenteren is ontgroeit, maar dat er nog volop ontwikkelmogelijkheden over zijn om het systeem verder te verbeteren.

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.

Chervet, A., C. Maurer en W.G. Sturny (2001). **Direktsaat im Praxisversuch: Einfluss auf die Struktur des Bodens.** In: AgrarForschung 8(1), p.12-17.

Chervet, A.C. et al. (2007). **Direktsaat im Versuch und in der Praxis: Erkenntnisse aus einem langjährig eingesetzten Direktsaatsystem.** Datenblatt Ackerbau, AgrarForschung, 6 p.

Laarhoven, G. van (2003). **Strijd tegen erosie: drijfmest, vanggewas en directzaai.** In: Praktijkkompas Rundvee, Feb. 2003, p. 20-21.

Maurer-Toxler, C., A. Chervet, L. Ramseier en W.G. Sturny (2005). **Bodenbiologie nach zehn Jahren Direktsaat und Pflug.** In: AgrarForschung 12(10), p. 460-465.

Müller et al. (2007). **Humusgehalt nach 11 Jahren Direktsaat und Pflug.** In: Agrarforschung 14(9), p. 394-399.

Sturny, W.G. et al. (2007). **Direktsaat und Pflug im Systemvergleich-eine Synthese.** In: AgrarForschung 14(8), p. 350-357.

Zihlmann, U. en P. Weisskopf (2006). **Stikstoffdynamik im Boden bei Direktsaat und Pflug.** In: AgrarForschung 13(5), p. 198-203.

LOUIS BOLK INSTITUUT



Op mijn gronden is het organische stofgehalte altijd al erg laag geweest terwijl de gronden al vele jaren geleden omgezet zijn van schrale heidegrond naar grasland. Als ik hoor van boeren in de buurt die al snel boven de 4% zitten met hun percelen dan steekt die 2% op onze percelen daar wat magertjes bij af. Door niet te ploegen hoop ik het organische stofgehalte op mijn gronden daarom te kunnen verbeteren. *Paul Hazenberg (melkveehouder in De Moer, Br.)*



De draagkracht van veengrond is in het voorjaar vaak onvoldoende om te kunnen ploegen en zaaiklaar te maken en in het najaar is ook het oogsten moeilijk. Daarom ben ik elf jaar geleden begonnen met het direct zaaien van mais in de graszode. De rijenfrees, die ik heb ontwikkeld, maakt het mogelijk om in een gang het land te zaaien en te bemesten. De bodem blijft hierdoor zoveel mogelijk intact en dit geeft een verbeterde draagkracht.. *Henk Pol (melkveehouder in Uffelte, Dr.)*



Voor erosiebestrijding is direct zaaien van mais perfect: grond blijft bedekt en er is geen kerende grondbewerking. Ook de onkruidproblematiek viel me mee. Maar voor de biologische teelt moet het nog wel iets verder ontwikkeld worden richting opbrengstzekerheid, want het verschil bij biologisch tussen normaal 17 ton en 8-10 ton ds per ha met direct zaaien is te groot. *René Keulen (biologische melkveehouder in St. Geertruid, Lim.)*



Direct zaaien van maïs

De traditionele teelt van snijmaïs met ploegen, frezen of spitten heeft te kampen met een aantal belangrijke problemen. Achteruitgang van de bodemvruchtbaarheid, verslechtering van de bodemstructuur, verlies van vruchtbare grond door watererosie, overmatige stikstofverliezen en een verlies aan bodemleven zijn voor een groeiend aantal boeren een reden om te zoeken naar alternatieve methodes om maïs te telen. Samen met deze telers is het Louis Bolk Instituut sinds 2004 vanuit verschillende projecten bezig om het perspectiefvolle alternatief van de directe zaai (maïs telen zonder te ploegen) te optimaliseren. Voor de gangbare telers lijkt dit inmiddels gelukt, waardoor een bedrijfszeker alternatief voorhanden is gekomen. De ervaringen van de zoektocht naar optimalisatie en de verbeterde prestaties op het gebied van bodembehoud hebben we bij elkaar gebracht in deze brochure.