



Onkruidbeheersing door het aanbrengen van onkruidvrije zaaistroken

Machineontwikkeling en oriënterende praktijkproeven

Ir. V.T.J.M. Achten¹

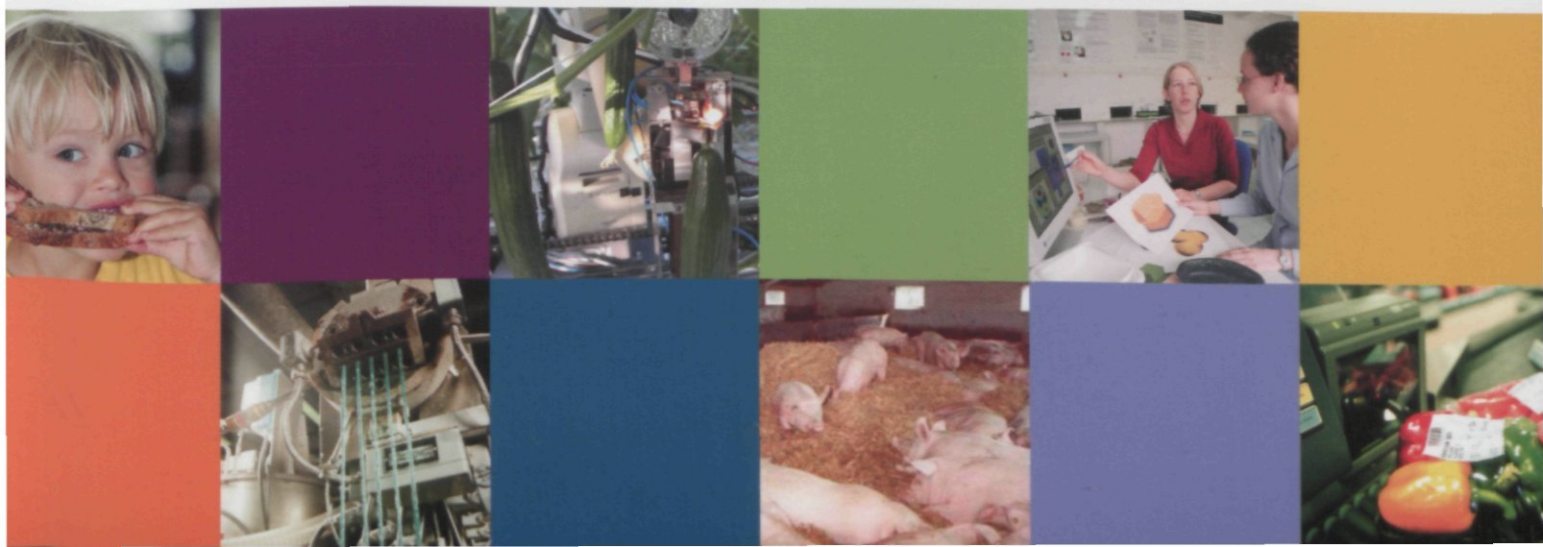
P.O. Bleeker²

Dr. G.J. Molema¹

¹Agrotechnology and Food Innovations (A&F)

²Praktijkonderzoek Plant en Omgeving - Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten (PPO-AGV)

Rapport 333



Onkruidbeheersing door het aanbrengen van onkruidvrije zaaistroken

Machineontwikkeling en oriënterende praktijkproeven

Ir. V.T.J.M. Achten¹

P.O. Bleeker²

Dr. G.J. Molema¹

¹Agrotechnology and Food Innovations (A&F)

²Praktijkonderzoek Plant en Omgeving - Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten (PPO-AGV)

Rapport 333

Voorwoord

Dit onderzoek aan niet-chemische bestrijding van onkruid is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit binnen programma 397-V. Beleidsdoelen zijn onder meer versterking van de biologische landbouw en stimulering van geïntegreerde gewasbescherming. Het in dit rapport beschreven onderzoek heeft als doel door middel van innovatie een belangrijke bijdrage te leveren aan deze beleidslijnen.

Het project is uitgevoerd in samenwerking met akkerbouwer A. v. Vilsteren te Marknesse, Van Hienen Mechanisatie te Breezand, Weevers Mechanisatie te Marknesse en OrgaPower te Lelystad/Uden.

Inhoudsopgave	
Abstract	3
Voorwoord	4
1 Inleiding	6
2 Materialen en methoden	8
2.1 Zwarte grond	8
2.2 Ontwikkeling en bouw van de machine	8
2.3 Beproeving machine	12
2.4 Aanleg proefveld	13
3 Resultaten	14
3.1 Onkruidontwikkeling	14
3.2 Opkomst van de gezaaide uien	14
3.3 Zwarte grond	15
4 Discussie en conclusies	16
Samenvatting	17
Bijlage	18

1 Inleiding

Onkruidbestrijding in de gewasrij is een probleem in de biologische- en geïntegreerde akker- en tuinbouw. Om dit probleem aan te pakken zijn door de jaren heen diverse (mechanische) technieken ontwikkeld zoals vinger- en torsiewieders, maar de werking daarvan is niet altijd optimaal. Doordat deze wieders geen expliciet onderscheid maken tussen cultuur- en onkruidplanten is het resultaat van de bewerking vaak afhankelijk van het verschil in onder meer beworteling en plantgrootte tussen gewas en onkruid. Over het algemeen kan worden gezegd dat wanneer het verschil tussen gewas en onkruid groot is (een fors gewas met kleine onkruiden) niet-selectieve mechanische onkruidbestrijding in veel gevallen goed kan werken. Desalniettemin moet er bij niet-selectieve mechanische onkruidbestrijding vaak een afweging worden gemaakt ten aanzien van de agressiviteit van de bewerking. Hoe agressiever, hoe meer onkruiden er gewied worden, maar des te groter de gewasbeschadiging en vice versa.

Mechanische onkruidbestrijding waarbij verschil gemaakt wordt tussen gewas en onkruid met behulp van geavanceerde sensortechnieken kan een oplossing bieden. Door te differentiëren tussen gewas en onkruid kan het onkruid 'hard' worden aangepakt en blijft het gewas ongemoeid. Hiervoor is het noodzakelijk dat een goed detectiesysteem wordt gebruikt om onderscheid te kunnen maken tussen gewas en onkruid. Ook voor het detectiesysteem geldt: hoe groter het verschil (in grootte) tussen gewas- en onkruidplant, des te gemakkelijker onderscheid kan worden gemaakt. Daarnaast is het van belang dat de gewasplanten op enige afstand van elkaar staan om een goede detectie te waarborgen. Geconcludeerd mag worden dat mechanische onkruidbestrijding in de gewasrij een goed resultaat kan leveren wanneer het verschil tussen onkruid en gewas aanzienlijk is en er voldoende afstand tussen gewasplanten is.

Voor fijnzadige gewassen (zoals ui, peen, etc.) die kort op elkaar gezaaid worden (ca. 30 tot 150 planten per strekkende meter) is mechanische onkruidbestrijding een groot probleem. Niet selectieve methoden bieden hier beperkt perspectief. Door de dichte gewasstand zijn zelfs intelligente sensorgestuurde schoffels niet in staat om doeltreffend onkruid te verwijderen in deze gewassen. Handwieden is vaak het enige alternatief. Dit is arbeidsintensief: 100 tot meer dan 200 arbeidsuren per hectare zijn heel gebruikelijk.

Door het gewas te zaaien in een onkruidvrije zaaistrook kan het onkruidbestrijdingsprobleem aanzienlijk gereduceerd worden. In Scandinavië wordt onderzoek gedaan naar het steriliseren van zaaistroken door verhitting. Door de strook grond te stomen worden de in de grond aanwezige onkruidzaden gedood. Het nadeel van deze methode is echter dat het energieverbruik hoog is en de productiviteit laag is. Daarnaast wordt door het stomen een behoorlijke aanslag gepleegd op het aanwezige bodemleven.

Om onkruidvrije zaaistroken te creëren zonder de bovengenoemde nadelen is het idee ontstaan om deze stroken *aan te brengen*. Een strook onkruidhoudende perceelgrond wordt vervangen door een strook met een onkruidvrij medium waarin gezaaid wordt. 'Zwarte grond', een mengsel van natuurlijk groenafval zoals snoeiresten en zand, is door het composteringsproces vrij van kiemkrachtige onkruidzaden. Zwarte grond zou dus uitermate geschikt zijn als medium. Bovendien verhoogt deze het organische stofgehalte van de bodem.

In 2003 is het concept van onkruidvrije zaaistroken op kleine schaal beproefd in de praktijk. Akkerbouwer Anton van Vilsteren uit Marknesse heeft hiervoor een aantal stroken zwarte grond aangelegd en ingezaaid. De eerste resultaten stemden hoopvol.

Er is dan ook besloten om in 2004 een oriënterend experiment in de praktijk op te zetten om kennis en ervaring op te doen ten aanzien van de techniek van het aanbrengen van deze stroken, de veronkruiding van de zaaistroken en de groei van cultuurgewassen daarin. Om een veldproef aan te kunnen leggen is een machine ontwikkeld voor het aanbrengen van en het zaaien in de zwarte grond. Met deze machine is een proefveld aangelegd, waarbij uien zijn gezaaid in stroken zwarte grond.

In hoofdstuk 2 wordt de ontwikkeling, bouw en test van een machine voor het aanbrengen en inzaaien van onkruidvrije zaaistroken beschreven. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten weer van de veldproef. Besloten wordt met een discussie en conclusies.

2 Materialen en methoden

Om onkruidvrije zaaistroken aan te kunnen leggen en om hierin gewassen te kunnen zaaien is een machine ontwikkeld. De ontwikkeling, bouw en test van deze machine wordt in dit hoofdstuk toegelicht. Allereerst wordt echter de gebruikte zwarte grond beschreven.

2.1 Zwarte grond

Het uitgangsmateriaal voor de onkruidvrije zaaistroken is een mengsel van natuurlijk groenafval, zoals snoei-resten, en zand. Dit mengsel wordt ook wel ‘zwarte grond’ of ‘OrgaPower 1’ genoemd. Het mengsel is afkomstig van de firma OrgaWorld en wordt door een aantal biologische telers gebruikt voor grondverbetering. Volgens de fabrikant is de geleverde zwarte grond vrij van onkruidzaden en heeft de zwarte grond geen remmende werking op de kieming en de groei van cultuurgewassen. Door gebruikers en de fabrikant worden als voordelen van het gebruik van zwarte grond genoemd:

- een verhoging van het organische stof gehalte van de grond;
- stimulatie van het bodemleven;
- verbetering van de bodemstructuur en bewerkbaarheid;
- verbeterde vochthuishouding;
- extra warmtebuffering in het voorjaar waardoor een snellere kieming en gewasontwikkeling mogelijk is.

De OrgaPower zwarte grond wordt door middel van een vaste stof fermentatie (solid state fermentation, SSF) geproduceerd. Dit proces wordt door OrgaWorld uitgevoerd in een gesloten systeem, zodat belangrijke procesparameters (bijvoorbeeld temperatuur en vochtigheid) optimaal beheerst kunnen worden. Hierdoor kan een eindproduct worden geproduceerd, dat een gedefinieerde en constante samenstelling heeft. OrgaPower zwarte grond maakt vanaf 2002 onderdeel uit van het leveringsprogramma van OrgaWorld.

De zwarte grond is voor dit project gezeefd (met behulp van een roterende spijlzeef met een zeefmaat van 15 mm) en afgeleverd in zogenaamde kuubskisten. De gevolgen van de invoering van gebruiksnormen (meststoffen) zijn ten aanzien van deze zwarte grond niet onderzocht.

2.2 Ontwikkeling en bouw van de machine

In het voorjaar van 2004 is gestart met de ontwikkeling van een prototype machine voor het aanleggen en inzaaien van stroken onkruidvrije zwarte grond. De bouw van de machine heeft plaatsgevonden bij Van Hienen mechanisatie b.v. te Breezand in samenspraak met Wageningen-UR, akkerbouwer van Vilsteren en mechanisatiebedrijf Weevers.

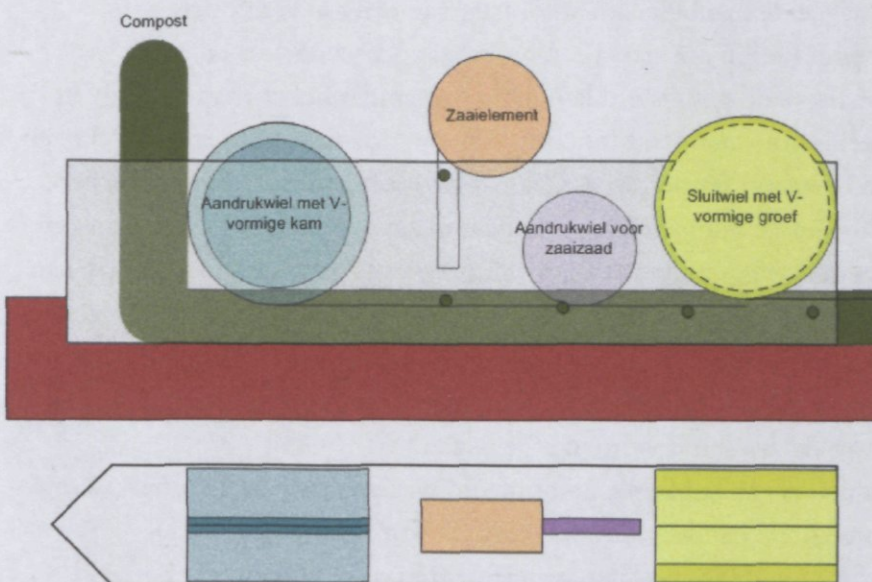
Het prototype is ontworpen om 4 stroken aan te leggen en in te zaaien op plantbedden van 115 cm breed. De onderlinge rijafstand moet hierbij gelijk zijn zodat machinaal geschoffeld kan worden tussen de rijen. Om de invloed van de strookdimensies op de groei van onkruid te kunnen onderzoeken kunnen door de machine twee stroken van 5 cm breed en twee stroken van 8 cm breed worden aangelegd. Uitgangspunt was dat de strookdiepte en -afvuldichtheid

instelbaar zijn. Bij het ontwerp van de machine is uitgegaan van de zaaietechniek van een standaard zaaimachine.

Het aanbrengen van onkruidvrije stroken zwarte grond en het zaaien van het gewas zijn in feite twee losstaande bewerkingen. Besloten is om beide bewerkingen in één werkgang plaats te laten vinden. Dit heeft een aantal voordelen:

- het exact in het midden zaaien van de strook zwarte grond is gewaarborgd. Wanneer het aanbrengen van de grond en het zaaien van het gewas in twee werkgangen uitgevoerd zou worden moeten bij het zaaien exact de aangelegde stroken worden gevolgd. Omdat het essentieel is dat het zaad van het gewas in het midden van de strook terecht komt is millimeterprecisie vereist. Het bereiken van deze precisie is in twee afzonderlijke werkgangen moeilijker;
- de strook zwarte grond blijft intact. Het zaaien in een tweede werkgang is in de aangelegde strook zwarte grond niet mogelijk omdat de kouters van de zaaimachine de aangelegde stroken verstoren;
- vervuiling van de zaaistroken met onkruidhoudende perceelsgrond kan worden voorkomen. Het aanbrengen en het inzaaien van de zwarte grond zou dan moeten plaats vinden in een voor de omliggende grond afgesloten compartiment. Wanneer in twee werkgangen wordt gewerkt is dit niet mogelijk. Het risico van vermenging van onkruidvrije zwarte grond en de omliggende (onkruidhoudende) perceelsgrond is dan aanzienlijk.

Om in één werkgang een strook zwarte grond aan te kunnen brengen en een gewas in te kunnen zaaien zijn zogenaamde zaaisloffen ontworpen. Figuur 1 geeft een dergelijke zaaislof schematisch weer.



Figuur 1 Schematische weergave van een zaaislof; zij- en bovenaanzicht.

De zaaislof ploegt aan de voorzijde een rechthoekige geul waarin de zwarte grond kan worden aangebracht. De breedte van de geul is afhankelijk van de breedte van de slof (5 of 8 cm). De diepte is traploos instelbaar door middel van een loopwiel. Een verticale transportband met schoepen voert de zwarte grond aan vanuit een voorraadbak en brengt deze aan in de ontstane geul. Door de snelheid van de transportband te variëren kan meer of minder zwarte grond worden aangevoerd waardoor de dichtheid van de zwarte grond in de geul kan worden gevarieerd. De aangebrachte zwarte grond wordt aangedrukt door een aangedreven aandrukwielt met een V-vormige kam. Deze kam drukt een V-vormige geul in de zwarte grond. In deze geul wordt door het (standaard) zaaielement zaad geplaatst. Dit zaad wordt vervolgens aangedrukt door een aandrukwielt om een goede aansluiting van het zaad met de zwarte grond te garanderen. De geul wordt vervolgens gesloten door een sluitwiel met een V-vormige groef. Door de vorm van het sluitwiel blijft een gebolde strook zwarte grond achter (Figuur 2).



Figuur 2 Zij- en achteraanzicht van de zaaisloffen (8 cm breedte) bij het aanleggen van de proef. In beide figuren is te zien dat een gebolde zaaistrook wordt aangelegd.

De zaaielementen van de ontwikkelde machine zijn afkomstig van een conventionele zaaimachine. De aandrijving vindt hierbij plaats via een grond aangedreven wiel en een versnellingsbak waarmee de zaaiafstand gevarieerd kan worden. Omdat het correct aandrijven van de zaaielementen essentieel is voor het goed functioneren van de machine is ervoor gekozen om de gehele machine op een bestaand frame van een 'conventionele' zaaimachine te bouwen. Hierdoor blijft het zaaigedeelte van de ontwikkelde prototype machine identiek aan dat van een conventionele zaaimachine waardoor het correct zaaien van het gewas gewaarborgd is. Ook kan gebruik worden gemaakt van de aftakas aangedreven ventilator op het frame van de zaaimachine. Deze zorgt voor een onderdruk in de zaaielementen waarmee de zaaieschijf worden 'vastgezogen'. Daarnaast wordt een overdruk gecreëerd waarmee de zaaieschijf worden afgeblazen.

Op het frame van de zaaimachine is een subframe gemonteerd waaraan de 4 zaaisloffen (twee van 5 cm en twee van 8 cm breed) via parallelgrammen kunnen worden gekoppeld. De parallellogrammen zorgen ervoor dat de individuele zaaielementen oneffenheden in het veld kunnen volgen.

De machine wordt achter een trekker bevestigd die voorzien is van een zogenaamd bunkerdak (Figuur 3).



Figuur 3 De ontwikkelde machine bij het aanleggen van het proefveld.

Een bunkerdak wordt normaliter gebruikt bij het planten van bollen. Het bunkerdak fungeert als voorraadvat voor de zwarte grond. Het bunkerdak kan worden gevuld met kuubskisten door een frontlader aan de voorzijde van de trekker. Door een horizontale transportband in de bodem van het bunkerdak kan de zwarte grond naar achteren verplaatst worden. Aan de achterzijde van de trekker wordt de zwarte grond via een glijgoot naar een tussenbunker op de machine geleid. De tussenbunker is V-vormig en heeft vier verstelbare uitlopen naar de eerder genoemde verticale transportbanden van de zaaisloffen. Door de uitlopen te vergroten of verkleinen kan de hoeveelheid zwarte grond die naar de verticale transportbanden met schoepen wordt gevoerd worden geregeld. In de tussenbunker is een roeras aangebracht om te zorgen dat de zwarte grond continu in beweging is om zodoende brugvorming boven de uitlopen te voorkomen. De roeras, de verticale transportbanden en de aandrukwielen in de zaaisloffen worden via kettingen en tandwielen aangedreven met één hydromotor. In het hydraulisch systeem is een verstelbare smoring opgenomen, zodat de snelheid van de hydromotor traploos kan worden gevarieerd.

2.3 Beproeving machine

Na de bouw van de prototype machine is deze getest op het Practical Training Centre (PTC+) in Emmeloord en op het bedrijf van Anton van Vilsteren. Na de verschillende tests is de machine telkens verbeterd en opnieuw getest. De machine is zodanig gewijzigd dat het aanleggen van een proefveld om de effecten van het zaaien in onkruidvrije zaaistroken te kunnen onderzoeken mogelijk was. Een chronologisch overzicht van alle tests is weergegeven in bijlage 1. De belangrijkste punten die naar voren kwamen bij de tests met de prototype machine zijn:

- omdat de grond gezeefd is op een spijlenzeef met een zeefmaat van 15 mm vallen smalle langwerpige delen (zoals takjes) door de zeef. Deze relatief grove delen veroorzaakten veel verstoppingen op verschillende plaatsen in de machine. Dit probleem is opgelost door alle zwarte grond te zeven met een zeef met een vierkantsmaat van 12 mm (Figuur 4);
- de doorvoer van de zwarte grond is een punt van aandacht. Een gedwongen aanvoer (met de verticale transportbanden) gaf veel storingen. De transportbanden zijn daarom verwijderd om een vrije doorstroming te krijgen. Een vrije doorstroming bleek niet mogelijk bij de smalle (5 cm brede) stroken, omdat de aanvoerkoker te smal bleek te zijn. De zaaisloffen van 5 cm breed zijn dan ook onder de machine verwijderd en er is alleen met de 8 cm brede sloffen gewerkt. Ook in de tussenbunker deden zich problemen voor met de doorvoer van de zwarte grond. Door een extra roeras toe te voegen zijn deze problemen enigszins opgelost;
- door de lengte van de sloffen kunnen er grote zijdelingse krachten op de sloffen worden uitgeoefend. Hier is bij de bouw van de machine onvoldoende rekening mee gehouden. Gevolg was dat individuele sloffen kunnen gaan ‘zwabberen’. Een constante afstand tussen de rijen is dan niet meer gegarandeerd. Dit kan problemen opleveren bij vervolgbewerkingen;
- de zaaidiepte en de plaatsing van de uienzaden in de lengterichting van de rij was niet optimaal, omdat de zwarte grond voor het sluitwiel van de zaaislof te zeer opstuwde;
- bij het aanleggen van diepere stroken wordt relatief veel grond verplaatst door de punt van de zaaisloffen. Hierdoor wordt de strook grond tussen de zaaistroken in hoger dan de zaaistroken zelf. Deze rugvorming tussen de zaaistroken kan problematisch zijn bij vervolgbewerkingen.

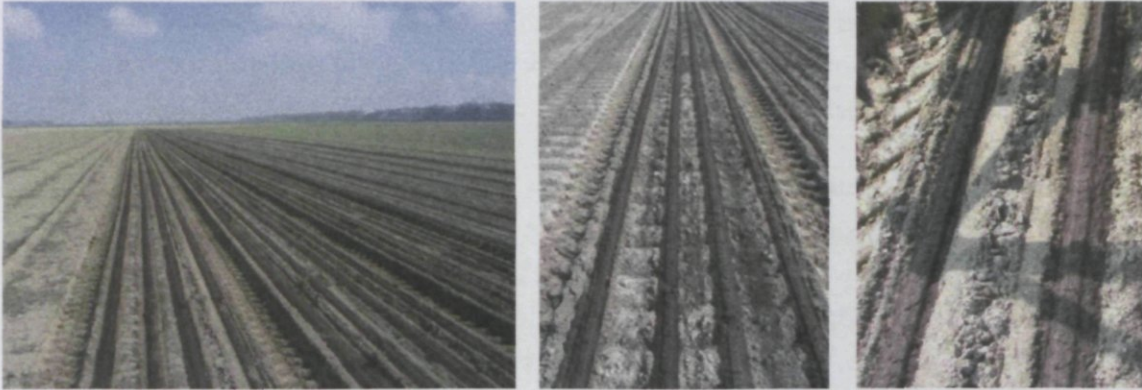


Figuur 4 Zwarte grond, gezeefd met een zeef(vierkants-)maat van 12 mm.

2.4 Aanleg proefveld

Na het testen en modificeren is een proefveld uien aangelegd van *ca.* 0,3 ha. De (oriënterende) veldproef had als doel om stroken met verschillende geuldimensies en –dichtheden aan te leggen en het effect hiervan op de onkruidgroei te onderzoeken. Dit bleek te ambitieus; met de geconstrueerde machine bleek het niet (ook na veel testen en aanpassen) mogelijk om stroken van 5 cm breedte aan te leggen. Het aanleggen van de 8 cm brede stroken bleek redelijk te gaan. Variatie in diepte (met name grotere zwarte grond diktes) was nauwelijks mogelijk.

Op 14 april 2004 is een proefveld aangelegd bestaande uit 8 bedden met daarop 4 rijen stroken van 8 cm breed en 3 á 4 cm dik. Figuur 5 toont het aangelegde proefveld. Onderzocht is het effect op onkruidontwikkeling, de opkomst en ontwikkeling van de in de strook gezaaide uien en de verandering van de zwarte grond in de tijd (laagdikte en vochtigheid).



Figuur 5 Het aangelegde proefveld met de ingezaaide stroken zwarte grond.

3 Resultaten

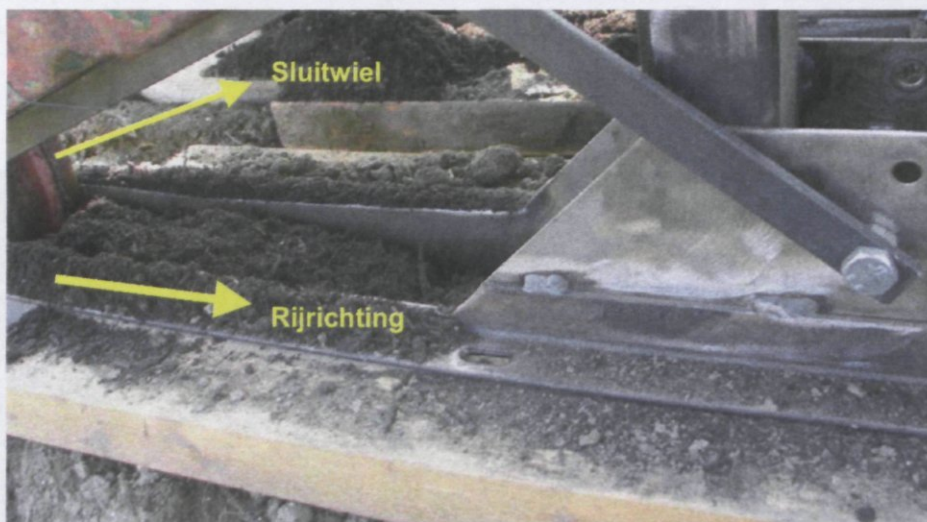
3.1 Onkruidontwikkeling

Om het onkruidrukkend vermogen van de aangelegde stroken te kunnen bepalen zijn onkruidtellingen uitgevoerd. In 15 objecten zwarte grond (3 m lang en 8 cm breed) zijn de opgekomen onkruiden geteld. Dezelfde tellingen zijn uitgevoerd in objecten tussen de stroken zwarte grond (3 m lang en 8 cm breed). De tellingen zijn uitgevoerd op 13 en 27 mei 2004. In het algemeen was op het proefperceel de onkruidbezetting niet erg hoog. Bij de eerste telling op 13 mei werden naast de strook gemiddeld 21,6 onkruiden per m² waargenomen en werden gemiddeld 1,7 onkruiden per m² in de strook waargenomen. Het aantal onkruiden in de stroken was daarmee *ca.* 89% lager dan naast de stroken.

Twee weken later (27 mei) werd een soortgelijk beeld waargenomen. Naast de stroken stonden nu gemiddeld 35 onkruiden per m² en in de stroken gemiddeld 5,3 onkruiden per m². Het aantal onkruiden is weliswaar toegenomen maar het aantal onkruiden in de onkruidvrije zaaistroken was nog steeds *ca.* 86% lager dan naast de stroken

3.2 Opkomst van de gezaaide uien

De opkomst van de uien was slecht. Op 13 mei stonden er slechts gemiddeld 0,9 uien per strekkende meter. Op 27 mei waren dit er gemiddeld 1,3. Normaliter zouden er tussen de 25 en 35 uien per strekkende meter op moeten komen. De slechte opkomst is waarschijnlijk veroorzaakt door het opdrogen van de zwarte grond (ten gevolge van de weinige neerslag). Het uienzaad kan wel kiemen maar heeft niet voldoende vocht om de onderliggende bouwvoor te bereiken. Daarnaast kan de onregelmatige zaaidiepte, veroorzaakt door het opstuwen van de zwarte grond voor het sluitwiel (Figuur 6), een rol gespeeld hebben. Hierdoor kunnen uienzaaden te diep in de compost terecht zijn gekomen waardoor de opkomst kan worden bemoeilijkt.



Figuur 6 Het opstuwen van de zwarte grond voor het sluitwiel.

3.3 Zwarte grond

Na het aanbrengen van de zwarte grond is er relatief weinig neerslag gevallen. Hierdoor was de aansluiting van de zwarte grond met de ondergrond slecht. Op 13 mei 2004 is aan de rand van de stroken die gebruikt zijn voor de onkruidtellingen de laagdikte van de zwarte grond gemeten. Deze varieerde van 1,5 tot 3,3 cm en was gemiddeld *ca.* 2,1 cm. Dit betekent dat de zwarte grondlaag na het aanbrengen is gekrompen. Enerzijds kan dit veroorzaakt zijn door het inklinken van het materiaal, anderzijds kan dit veroorzaakt zijn door verwaaiing van de relatief droge zwarte grond.

4 Discussie en conclusies

Het concept van onkruidvrije zaaistroken is onderzocht in een veldproef. Als medium is zwarte grond gebruikt. Om de zwarte grond aan te brengen en in te zaaien is een prototype machine ontwikkeld. Hierbij is met name het concept van de zaaisloffen geslaagd. In deze sloffen wordt in één werkgang de zwarte grond aangebracht en ingezaaid. De machine is desondanks op een aantal punten voor verbetering vatbaar. Met name de aanvoer van de zwarte grond van de voorraadbunker naar de zaaisloffen heeft veel hoofdbreken gekost en is een onderdeel waar nog aandacht aan moet worden besteed. Het ontwikkelde prototype heeft op proefschaal bewezen dat het aanleggen van onkruidvrije zaaistroken mogelijk is en er een basis is voor de doorontwikkeling van het concept van onkruidvrije zaaistroken.

De aangebrachte zwarte grond zorgde voor een goede onderdrukking van de onkruidgroei in de zaaistroken. Door de weinige neerslag droogden de aangebrachte stroken snel uit. De aansluiting van de aangebrachte zwarte grond met de ondergrond was daardoor niet optimaal. De opkomst van de uien was dientengevolge slecht. De plaats van de uienzaden in de strook kan hierbij ook een rol hebben gespeeld; het sluitwiel op de machine verdichtte de strook weliswaar goed, maar zorgde ook voor opstuwing van de zwarte grond met de daarin gezaaide uienzaden. Hierdoor kunnen uienzaden te diep in de compost terecht zijn gekomen waardoor de opkomst kan worden bemoeilijkt.

De eerste resultaten zijn hoopvol. De onkruidonderdrukking (86 tot 89%) in de stroken zwarte grond was in 2004 goed te noemen. Problemen met uitdroging en opkomst van de zaden van de gewasplanten zouden ondervangen kunnen worden door *onder* in plaats van *in* de zwarte grondstrook te zaaien. Dit betekent concreet dat in de zaaislof eerst gezaaid zou moeten worden alvorens in dezelfde slof de zwarte grond wordt aangebracht. De zaden worden hierdoor in de perceelsgrond gezaaid waardoor de vochtvoorziening een stuk beter zal zijn dan bij het zaaien in de droogtegevoelige zwarte grond. Dit biedt dan ook perspectieven voor andere gewassen als wortelen. De laagdikte van de zwarte grond zal dan een belangrijke rol spelen. De laag moet zo dik zijn dat de cultuurplanten wel opkomen en de onkruiden voldoende worden onderdrukt. Hiervoor is aanvullend onderzoek nodig.

Samenvatting

Onkruidbestrijding in de gewasrij is een probleem in de biologische- en geïntegreerde akker- en tuinbouw. Om dit probleem aan te pakken zijn door de jaren heen diverse (mechanische) technieken ontwikkeld zoals vinger- en torsiewieders, maar de werking daarvan is niet altijd optimaal. Doordat deze wieders geen expliciet onderscheid maken tussen cultuur- en onkruidplanten is het resultaat van de bewerking vaak afhankelijk van het verschil in onder meer worteling en plantgrootte tussen gewas en onkruid.

Voor fijnzadige gewassen (zoals ui en peen) die kort op elkaar gezaaid worden (ca. 30 tot 150 planten per strekkende meter) is (mechanische) onkruidbestrijding nog steeds een groot probleem. Door het gewas te zaaien in een onkruidvrije zaaistrook kan het onkruidbestrijdingsprobleem aanzienlijk worden gereduceerd. Het idee is ontstaan om deze stroken *aan te brengen*.

Als medium is 'zwarte grond' gebruikt, een mengsel van natuurlijk groenafval zoals snoeiresten en zand. Een strook onkruidhoudende perceelsgrond wordt bij deze methodiek vervangen door een strook onkruidvrije zwarte grond. Er is een machine ontwikkeld waarmee deze strook in één werkgang wordt aangelegd en ingezaaid. Het gebruikte concept van zaaisloffen, het in een afgesloten slof aanbrengen en inzaaien van de zwarte grond, is geslaagd. De machine is desondanks op een aantal punten voor verbetering vatbaar. Met name de doorvoer van de zwarte grond en het egaal aanbrengen ervan zou verbeterd moeten worden. Met de prototype machine is een proefveld aangelegd, waarbij ca. 0,3 ha uien zijn gezaaid in stroken zwarte grond. De stroken hadden een breedte van 8 cm en een diepte van 3 á 4 cm. Om het effect op de onkruidontwikkeling te beoordelen zijn twee maal onkruidtellingen uitgevoerd. De onkruidonderdrukking (86 tot 89%) in de stroken zwarte grond was goed te noemen. Het zaaien in de zwarte grondstrook resulteerde, door uitdroging van de zwarte grond en slechte positionering van de zaden in de strook, in problemen met de opkomst van de uien. De opkomst was dan ook zeer laag. Dit zou in de toekomst ondervangen kunnen worden door het gewas niet *in*, maar *onder* de zwarte grondstrook te zaaien. De laagdikte van de zwarte grond zal dan een belangrijke rol spelen. De laag moet zo dik zijn dat de cultuurplanten wel opkomen en de onkruiden voldoende worden onderdrukt. Hiervoor is aanvullend onderzoek nodig.

Uit eerste praktijkproeven blijkt dat het concept van onkruidvrije zaaistroken perspectieven biedt voor doorontwikkeling. Dit is nodig om het systeem goed te kunnen beoordelen.

Bijlage

Bijlage 1 Chronologisch overzicht van uitgevoerde tests

Eerste test (PTC+)

De eerste tests met de ontwikkelde machine vonden plaats bij PTC+ te Lelystad omdat omstandigheden het niet toe lieten om buiten te testen. Hier kon gebruik worden gemaakt van een overdekte 'zandbak'.

Wat opviel was de samenstelling van de zwarte grond. In de zwarte grond bevonden zich takjes tot ca. 10 cm lengte doordat bij de zieving een roterende spijlenzeef is gebruikt. Daarnaast bevonden zich ook wat kluiten in de zwarte grond. Hierdoor ontstonden verstoppingen in de aanvoer van de zwarte grond.

De aandrijving van de machine liet te wensen over. De aandrijving van de machine vindt plaats via kettingen en tandwielen. Bij het bouwen van de machine was te weinig rekening gehouden met het bewegen van de parallellogrammen van de zaaisloffen. Door het ontbreken van verende kettingspanners veranderde de spanning in de ketting als de parallellogrammen bewogen. Hierdoor kwamen de kettingen of te strak (torderen van de zaaielementen) of te los (kettingen liepen van de tandwielen af) te liggen.

Omdat de aandrijving het regelmatig af liet weten was het testen van de machine problematisch. Evenwel zijn er een aantal verbeterpunten naar voren gekomen:

- de aandrijving van het V-vormige aandrijf wiel verliep via het loopwiel. Doordat de aandrijfketting dicht bij de grond loopt wordt de ketting vervuild door grond die wordt opgeploegd voor de zaaislof. Besloten werd om de aandrijving van het aandruk wiel naar boven te verplaatsen en deze te koppelen aan de hydraulische aandrijving;
- de aandrijving van zaaielementen en verticale transportbanden wordt voorzien van verende kettingspanners;
- de zwarte grond werd naar beneden gevoerd door een transportband met schoepen door een verticale koker. Boven op deze koker zijn trechters gemaakt waarin de zwarte grond valt wanneer deze uit de tussenbunker valt. Door de vorm van de kokers vond er af en toe brugvorming plaats. De vorm van de kokers diende te worden gewijzigd (minder taps) zodat de kans op brugvorming verkleind wordt;
- het rondsel in de tussenbunker was te hoog in de bak geplaatst. Hierdoor vond er toch nog brugvorming plaats in het nauwste (onderste) gedeelte van de bak. Door een kleiner rondsel in dit nauwste gedeelte te plaatsen wordt dit probleem ondervangen;
- de zwarte grond wordt opnieuw gezeefd over een zeef met een vierkantsmaat van 12 mm. Hierdoor worden kluiten en takjes in de te verwerken zwarte grond geweerd.

Vervolgtests biologisch akkerbouwbedrijf van Vilsteren

Na de eerste tests in de overdekte zandbak is de machine gewijzigd. De aanpassingen aan de aandrijving waren echter minimaal uitgevoerd waardoor de vervolgtests in eerste instantie moeilijk verliepen. Daarom zijn allereerst de aandrijflijnen aangepast (kettingen ingekort e.d.). Daarna is in het veld getest. Tijdens de tests kwamen een aantal verbeterpunten naar voren. De belangrijkste punten worden in chronologische volgorde genoemd:

- de sloffen verplaatsten de grond tot net naast de sleuf. Om de verdeling van de opgeploegde grond te verbeteren zijn houten balkjes aan de zaaisloffen bevestigd die de opgeploegde grond vlakstrijken;
- het aandrukwielt voor het zaaizaad is verwijderd omdat deze te veel opstoppingen (het opstuwende van de afgelegde losse zwarte grond) veroorzaakte.
- de as van het sluitwiel kwam te rusten op de zaaislof zodat het sluitwiel niet ver genoeg zakte. Het sluitwiel is naar achteren verplaatst om dit te verhelpen;
- de druk op het sluitwiel is verhoogd door gewicht toe te voegen;
- de tussenbunker is naar voren geplaatst om de aansluiting met het bunkerdak te verbeteren;
- omdat de verticale transportbanden telkens slipten doordat de zwarte grond te zeer geklemd werd in de verticale kokers is besloten om de schoepen van de transportband te halveren. Om en om zijn de schoepen diagonaal doorgeslepen.

Omdat de transportbanden zelfs na het halveren van de schoepen nog slipten is besloten deze in het geheel te verwijderen. Hierdoor verviel de hoeveelheidsregeling doordat het niet meer mogelijk was de snelheid van de transportbanden te variëren. De doorvoer werd daarentegen wel verbeterd en het aantal storingen verminderd. De sloffen werden 'ad libitum' gevoed door de tussenbunker zodat er een 'voorraadje' ontstond in de verticale kokers. De gedwongen aanvoer met de transportbanden is dus vervangen door een aanvoer middels de zwaartekracht. Opnieuw kwamen een aantal zaken naar voren:

- na het wegnemen van de transportbanden verstopten de verticale kokers van de zaaisloffen van 5 cm breedte nog telkens. Besloten is dan ook de sloffen van 5 cm breed te verwijderen. Hierdoor ontstond een machine met aan één zijde twee sloffen van 8 cm waarmee telkens een bedje met 4 stroken van 8 cm breed aangelegd kon worden door op hetzelfde bedje op- en neer te rijden;
- het rondsel in het nauwste gedeelte van de bak functioneerde goed. Er was echter nog sprake van brugvorming boven dit rondsel. Het 'oude' hooggeplaatste rondsel is weer toegevoegd om dit te voorkomen;
- door de grote lengte van de zaaisloffen zijn de sloffen gevoelig voor verschillen in zijdelingse gronddruk. Het parallellogram is te licht om deze grote krachten op te vangen waardoor de sloffen soms teveel opzij worden gedrukt. De afstand tussen de stroken is daardoor niet meer constant. Dit levert problemen op bij vervolgbewerkingen als schoffelen. Door de trekpunten

- van het parallellogram wat meer naar voren te brengen waardoor de sloffen wat meer slepend bevestigd worden is geprobeerd de zijdelingse afwijkingen te minimaliseren;
- ondanks de twee rondsels in de bak vond er nog steeds brugvorming plaats. Door houten schotten in de bak te plaatsen werd de bak verkleind zodat een bijna gedwongen transport van zwarte grond plaatsvond. De V-vorm van de bak werd gewijzigd naar een min of meer vierkante vorm;
 - omdat de verticale transportbanden verwijderd waren is ook de aandrijving daarvan uitgeschakeld. Omdat ook de V-vormige aandrukwielen via deze aandrijflijn aangedreven werden was ook de aandrijving van deze wielen uitgeschakeld. De wielen werden als het ware aangedreven door de zwarte grond. Om de doorstroming te bevorderen en om verstoppingen te voorkomen is besloten de aandrijving van de aandrukwielen via de loopwielen te herstellen. Hierbij is de aandrijving omhoog gebracht waardoor de kettingen niet meer door de grond lopen;
 - de V-vormige sluitwielen werden voorzien van schrapers om aankoeken van zwarte grond te voorkomen. Aankoeken vond overigens alleen plaats met vochtige zwarte grond.

Aanleggen van de proef

Na verschillende dagen van testen en verbeteren is besloten om de proef aan te leggen met de machine. De machine voldeed weliswaar niet aan alle uitgangspunten, maar de werking van de machine was voldoende om zaaistroken aan te leggen om het principe van onkruidvrije zaaistroken te beproeven. Een aantal afbeeldingen (delen) van de machine zijn weergegeven in de Figuren 1 t/m 4. De volgende opsomming geeft een beeld van de problemen die na het testen en modificeren van de machine niet verholpen waren:

- de aanvoer van de zwarte grond is en blijft problematisch met de gekozen opzet. Het verwijderen van de verticale transportbanden verbeterde weliswaar de doorstroming, maar deze is nog steeds niet optimaal. Het regelen van de hoeveelheid zwarte grond is niet meer mogelijk na het verwijderen van de transportbanden;
- doordat de zwarte grond niet gedwongen aangevoerd werd wordt de hoeveelheid bepaald door de hoogte van het aandruk wiel. Dit betekent dat het aandruk wiel min of meer fungeert als een ‘afstriker’. De verdichtende functie van het aandruk wiel komt hierdoor niet tot zijn recht. Dit heeft als gevolg dat de zwarte grond in de slof na het passeren van het aandruk wiel ‘los’ in de geul ligt. Het zaad wordt in dus in een losse laag zwarte grond gezaaid. Het echte verdichten vindt plaats door het sluitwiel. Doordat het sluitwiel een kleine diameter heeft vindt er opstuwing van de zwarte grond plaats voor het sluitwiel;
- het gevolg van het opstuw van de zwarte grond voor het sluitwiel is dat de zwarte grond en de uienzaden daarin ook in de rijrichting verplaatst worden. Het opstuiken van de zwarte grond resulteert in een onregelmatige zaaiafstand en zaaidiepte;
- bij het aanleggen van diepere stroken (5 en 7 cm) wordt relatief veel grond verplaatst door de punt van de zaaifloffen. Hierdoor wordt de strook grond tussen de zaaistroken in hoger dan

de zaaistroken zelf. Dit levert een onooglijk beeld (rugvorming tussen de zaaistroken) op en is problematisch bij vervolgbewerkingen. Idealiter zou de zaaistroom boven het maaiveld uit moeten steken;

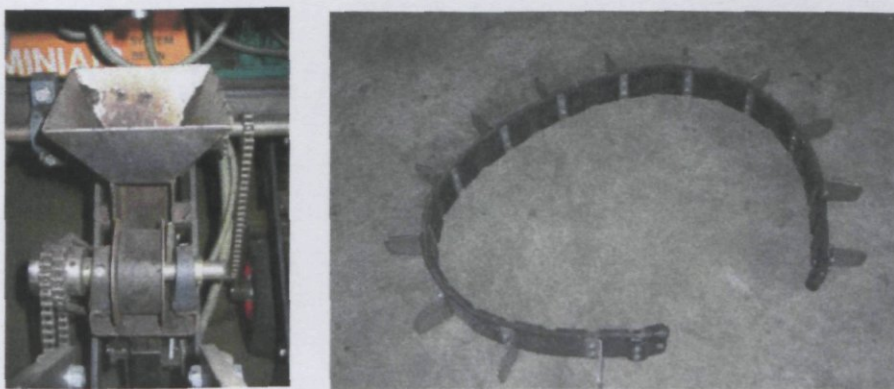
- ondanks het verplaatsen van de trekpunten van de sloffen is er nog steeds veel zijdelingse verplaatsing van de zaaisloffen. Hierdoor is de afstand tussen de zaaistroken niet constant.



Figuur 1 Vlnr: de zaaislof gezien vanaf de onderzijde, de aandrijving van het aandrukwiël via het loopwiël en het verwijderde aandrukwieltje voor het zaad.



Figuur 2 De aanvoer van de zwarte grond vanaf het bunkerdak naar de tussenbunker en de twee rondsels in de tussenbunker.



Figuur 3 De trechter op de verticale aanvoer koker en de verwijderde transportband met schoepen.



Figuur 4 Het laden van de kuubskisten op het bunkerdak met behulp van de frontlader.