



GPS in de akkerbouw op het Hogeland



Begeleidend docent
Dhr. H. Fokkema

Soil Company
Dhr. E. Loonstra

Weister Klap Advies
Mevr. M. Lamain

Jurjen Oosterhuis
Van Hall Larenstein-
Leeuwarden

GPS in de akkerbouw op het Hogeland



Dhr. H. Fokkema Van Hall Larenstein



Dhr. E. Loonstra The Soil Company



Mevr. M. Lamain Weister Klap Advies

Jurjen Oosterhuis

Van Hall Larenstein - Leeuwarden

10-12-2008

Voorwoord

Dit verslag gaat over de toegevoegde waarde van GPS technieken in de teelt van gewassen in Noord-Groningen. De stage heeft plaatsgevonden binnen het project van de Stichting Precisielandbouw Het Hogeland.

Binnen het project is er onderzocht welke mogelijkheden er zijn met een GPS systeem, om zo het rendement van de investering te verbeteren.

De stage werd begeleid door het bedrijf The Soil Company in Groningen, Weister Klap Advies in Wehe-den Hoorn en door Van Hall Larenstein in Leeuwarden.

Jurjen Oosterhuis

10 december 2008

Samenvatting

Het project "Precisielandbouw Het Hogeland" is in 2005 ontstaan, toen een groep akkerbouwers in Noord-Groningen aan de slag wilde met GPS technieken en precisielandbouw. Deze akkerbouwers hebben zich verenigd in Stichting Precisielandbouw het Hogeland (SPH). Het doel van de stichting is het verbeteren van het financiële rendement van de Noord-Groningse akkerbouwbedrijven. Dit willen zij bereiken met behulp van GPS techniek. In eerste instantie gaat het daarbij om rechtrijden en het op het juiste moment in- en uit het werk zetten van machines.

De vier belangrijkste teelten die in Groningen voorkomen zijn poot aardappelen, suikerbieten, zaaiuien en wintertarwe. De belangrijkste teelt hiervan is voor de meeste akkerbouw bedrijven de poot aardappelteelt. Van deze teelten zijn alle werkzaamheden in kaart gebracht die in het veld met een machine gebeuren. Dit om zo te kijken welke afstellingen er nodig zijn, en welke eventueel door GPS zou kunnen worden vervangen.

In de teelt begint dit veelal met ploegen. Daarna zal er gezaaid of kunstmest gestrooid worden. Daarna worden nog enkele gewasverzorgingen uitgevoerd met daarop volgend het oogsten. De grootste besparingen zijn terug te vinden in het spuiten en kunstmeststrooien over alle vier gewassen. Dit levert niet alleen een financiële besparing op maar is ook goed voor het milieu. Door de spuit en de kunstmeststrooier door GPS te laten aansturen is het theoretisch mogelijk om 5% gewasbeschermingsmiddel en kunstmest te besparen in een teelt.

Verder is er in de poot aardappelteelt veel te besparen door de ruggen parallel te frezen. Hierdoor gaat men efficiënter met het perceel om, waardoor er meer ruggen op een perceel passen. Volgens berekeningen levert dit € 148,50 per hectare op. Met GPS kan iedereen rechte rijen frezen.

Een ander groot voordeel van GPS is dat het geschikt is voor hoogtemetingen. Daarmee kunnen laagtes in een perceel in kaart worden gebracht, waarna er precies op de juiste plek een greppel gefreesd kan worden. Berekend is dat dit in de poot aardappelteelt € 99,-- per hectare kan besparen, doordat het ontstaan van natte plekken en schade door rot worden voorkomen.

Daarnaast is een berekening gemaakt voor een voorbeeldbedrijf in Noord-Groningen. Voor dit voorbeeldbedrijf zijn de kosten en baten van het gebruik van GPS techniek naast elkaar gezet. In deze voorbeeldsituatie kan de investering binnen 3 jaar worden terugverdiend.

Een praktisch punt dat tijdens deze stage naar voren kwam, was dat het bij investeringen in GPS techniek van groot belang is om te controleren of de werktuigen en de gekozen GPS besturing met elkaar kunnen communiceren. Op dit gebied bleek de techniek niet altijd voldoende te zijn uitontwikkeld, zodat sommige toepassingen (nog) niet haalbaar waren.

Inhoudsopgave

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Inleiding..... | 1 |
| 2 | GPS (Global Positioning System) | 2 |
| 3 | Stichting Precisielandbouw het Hogeland | 3 |
| 4 | Bietenteelt..... | 4 |
| 5 | Graanteelt | 11 |
| 6 | Poot aardappelteelt | 16 |
| 7 | Uienteelt..... | 22 |
| 8 | Besparingen..... | 26 |
| 9 | Kosten van het GPS – RTK systeem | 27 |
| 10 | Besparingen en kosten op bedrijfsniveau | 29 |
| 11 | Advies | 32 |
| 12 | Bronvermelding..... | 33 |

1 Inleiding

Het project "Precisielandbouw Het Hogeland" is in 2005 ontstaan toen een groep akkerbouwers in Noord-Groningen aan de slag wilde met GPS technieken en precisielandbouw. Deze akkerbouwers hebben zich verenigd in de Stichting Precisielandbouw het Hogeland (SPH).

De doelstelling van de stichting is het verbeteren van het financiële rendement van de Noord- Groningse akkerbouwbedrijven, met als hoofdgewas pootaardappelen, door gebruik te maken van precisielandbouwtechniek in plaats van homogene behandelingen.

Er zijn in de loop der jaren in verschillende precisielandbouwprojecten over heel Nederland allerlei proeven gedaan met precisielandbouw. Het is dus wel bekend wat voor systemen er zijn, en zeker voor toepassingen als rechtrijden en het tijdig in- en uitschakelen van machines bestaat er een redelijk duidelijk beeld van wat daar zoal mee gedaan kan worden.

Deze toepassingen zijn echter nog niet in één verslag vastgelegd. Ook is het totale financiële rendement niet duidelijk, onder andere omdat er tot nu toe nog veel met prototypes gewerkt is. Dit verslag is vooral geschreven om hier meer inzicht in te krijgen.

In het verslag ben ik uitgegaan van cijfers van KWIN (Kwantitatieve Informatie Akkerbouw, PPO, 2006).

Voor de nauwkeurigheid van het GPS – RTK systeem heb ik gekozen voor een verschil van 5 centimeter tussen 'met GPS' en 'zonder GPS'. Het idee daarachter is een maximale afwijking van 7 cm zonder GPS en een maximale afwijking met GPS van 2 cm. Ook heb ik in het verslag een aanname gedaan over de besparingen die bereikt worden als waterschade wordt voorkomen door op de juiste plek greppels te maken. Hoe groot die besparing is, hangt natuurlijk ook af van de vraag hoe goed de ondernemer zonder GPS zijn (huur) percelen kent. Toch vind ik dat GPS hier wel een stuk extra bedrijfszekerheid biedt.

In dit verslag ga ik niet in op plaatsspecifieke grond- en gewasbehandelingen (toepassingen die bijvoorbeeld gekoppeld zijn aan bodemeigenschappen, zoals verschillen in het lutumgehalte). Dit is nog niet praktijkrijp: er is nog niet voldoende onderzoek naar variabele bewerkingen gedaan om hier duidelijke conclusies uit te kunnen trekken. Verder zijn er een groot aantal variabelen die invloed kunnen hebben op grond- of gewasspecifieke bewerkingen. Te denken valt onder meer aan rasverschillen, de voorbehandeling van het uitgangsmateriaal, weersomstandigheden, vochtvoorziening en de afstel mogelijkheden van apparatuur.

Een tweede punt waardoor het variabel bewerken van percelen nog niet veel in de praktijk gebeurt is het ontbreken van een werkbaar programma om de data van een perceel te bewerken zodat er een opdracht kaart ontstaat. Dit komt mede doordat elk GPS systeem zijn eigen standaard heeft. Een internationale standaard voor al deze data zou een oplossing kunnen zijn, zodat de 'gewone boer' ook met zo'n programma zou kunnen werken.

2 GPS (Global Positioning System)

GPS (Global Positioning System) is een systeem dat een specifieke plaatsaanduiding aan kan geven. Hierdoor weten mens en/of machine precies waar ze zich bevinden.

De eerste GPS systemen werkten met een enkel signaal vanaf de satelliet. Deze systemen waren geschikt voor minder precieze toepassingen, zoals navigatie in de auto of voor het recht rijden met een kunstmeststrooier met een afwijking van 30 cm.

De GPS systemen van tegenwoordig zijn nauwkeuriger, omdat ze met een correctie GPS signaal werken. Sommige GPS systemen claimen een maximale afwijking van 2cm.

Doordat de systemen zo plaats specifiek zijn, nemen ook de mogelijkheden van het systeem toe. Daardoor kan een trekker die uitgerust is met een grondbewerking machine, zaaimachine, spuitmachine of schoffel aangestuurd worden door een GPS systeem. Het voordeel hiervan is dat er preciezer geteeld kan worden op de vierkante meter. De betere benutting van de oppervlakte kan in principe een verhoging van de kilogramopbrengst geven en een besparing op plantgoed, kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen door minder overlap.

Verder doet GPS tijdens het rechtrijden, 'parallel tracking' ook een hoogte meting. Hierdoor ontstaat een hoogtekaart. Zo kunnen alle lage plekken in het perceel in kaart worden gebracht en na de bewerking kan er eventueel door zo'n lage plek een watergoot gemaakt worden.

Maar de ontwikkelingen staan nog niet stil. Systemen zouden veel meer moeten kunnen dan alleen een trekker en machine recht laten rijden. Mits de software praktijkrijp is, kunnen GPS-systemen ook gebruikt worden om gewasbeschermingsmiddelen en kunstmest plaats specifiek toe te passen. Daardoor worden teeltmaatregelen alleen toegepast op die plekken in het veld waar dat nodig is. Er wordt volop onderzoek gedaan om te achterhalen of en in hoeverre plaats specifiek poten en zaaien kan helpen om een betere gewasverdeling en daardoor een betere maatsortering te realiseren.

3 Stichting Precisielandbouw het Hogeland

De Stichting Precisielandbouw Hogeland wil het rendement verbeteren van de noordelijke akkerbouwbedrijven. De projectaanvraag dateert uit december 2004. Er zijn proeven uitgevoerd vanaf 2006; het project loopt af per 1 juli 2009.

In de zomer van 2008 telde de stichting negen deelnemende akkerbouwbedrijven in Noord Groningen. Deze akkerbouwbedrijven worden ondersteund door een aantal bedrijven die nauw betrokken zijn met de agrarische sector, waaronder Weister Klap Advies en The Soil Company.

Weister Klap Advies is het bedrijf van agrarisch bedrijfsadviseur mevrouw M. Lamain. Weister Klap Advies verzorgt projectadviezen, projectbegeleiding, bedrijfsanalyses, individueel advies en training en begeleiding van studiegroepen. Opdrachten komen ongeveer voor de helft uit de primaire landbouw en voor het overige van de overheid en van toeleverende bedrijven.

The Soil Company is gespecialiseerd in het maken van bodemkaarten. Deze kaarten geven de fysische bodemeigenschappen weer. Deze gegevens over de bodem geven aanwijzingen over de benodigde hoeveelheid plantgoed, kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen. Daardoor wordt er niet meer dan nodig geplant, gestrooid en gespoten op plekken dan nodig. Andersom is dit ook het geval. Zo weet de ondernemer waar de "goede" grond met een hoog opbrengend vermogen ligt, en welke plekken in het perceel aandacht vragen voor wat betreft structuur of organische stofgehalte. The Soil Company wordt geleid door de heer E. Loonstra.

Leader + en de provincie Groningen zijn de hoofdfinanciers van het project. Daarnaast wordt de stichting gesponsord door LTO Noord, de Noordelijke Accountants Unie (inmiddels Accon-AVM), de Rabobank, Univé en Waterschap Noorderzijlvest.

4 Bietenteelt

Bieten worden op een rijafstand van 50 cm geteeld. Alle machines voor de bietenteelt, inclusief die voor de oogst, zijn hierop gebouwd. Omdat de bieten op rijen worden geteeld kan GPS hier een belangrijke meerwaarde betekenen. Een nauwkeurige rijafstand maakt dat er een homogener product kan groeien en dat komt het rendement ten goede.

4.1 Ploegen

Ploegen of woelen wordt gedaan om de grond klaar te leggen voor de teelt van bieten. Hierdoor zijn de vochthuishouding, lucht en de door wortelbaarheid van de grond in orde. Deze bewerking vindt een maal per teelt plaats.

| Ploegen | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|-------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Diepte regeling | 25-30 centimeter | | |
| Breedte regeling | 40 centimeter snijvlak | Ja | |
| Vlakstelling | Horizontaal – verticaal | | |
| Snelheid van de trekker | 3,5 – 7 kilometer per uur | | |
| Toerental trekker | 1600 – 1950 toeren | | |
| Rij breedte trekker | | Ja | |
| In - uit zetten | | | |

Verdere voordelen van GPS-ploegen zijn:

- Kaarsrecht ploegen, ook in het donker
- Bochten ploegen mogelijk
- Eenvoudig uitgeren van een perceel
- Snel wisselen van ploegbreedte



Figuur 1 Kaarsrecht ploegen

4.2 Kunstmeststrooien

Meststoffen zijn van belang voor de groei en ontwikkeling van de plant. Bij het in- en uitzetten van de strooier is er altijd een deel van het veld dat een dubbele dosering krijgt. Het optimale moment van in- en uitzetten is bij strooiers met een grote werkbreedte lastig te bepalen omdat je nooit helemaal precies kunt zien wat je doet. Bovendien zijn er maar weinig percelen helemaal regelmatig van vorm.

Door het in- en uitzetten van de strooier te laten doen door een computer, die aangestuurd wordt door een GPS signaal, kan grotendeels worden voorkomen dat plekken een dubbele of geen dosering krijgen. Hierdoor zal al een besparing voor de totale bemestingskosten te realiseren zijn van ongeveer 5%. Deze 5% is een aanname in navolging van de besparing op gewasbescherming die volgens PPO ook 5 % bedraagt.

Eventueel zou er ook variabel bemest kunnen worden, door op plaatsen waar afwijkende gehalten aan voedingsstoffen gevonden zijn, de gift naar boven of naar beneden bij te stellen. Kunstmeststrooien gebeurt in de bietenteelt twee keer: voor kali en voor stikstof.

Tijdwinst is vooral te behalen door het niet uit hoeven zetten van rijsporen. Ervan uitgaande dat een perceel van 1 hectare uitzetten 5 minuten kost, kan hiervoor een prijs € 26,- gerekend worden. Dit is een besparing van € 2,16 per hectare.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|--|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| hoogte van de strooier | 80 centimeter hoogte | | |
| vlakstelling | horizontaal – verticaal | | |
| klep automatisch | in- en uitzetten | Ja | € 9,60 ¹ |
| strooihoeveelheid per ha. | kg per hectare/ Strooicomputer | Ja | |
| toeren aftakas trekker | 540 toeren | | |
| snelheid trekker | afhankelijk van de gift | | |
| rijbreedte trekker / parallel tracking | | Ja | € 2,16 (2x) = € 4,32 |

¹ Een besparing van € 9,60 is 5% van de kosten voor kunstmest. Deze bedragen € 192,-- per hectare.

4.3 Land klaarleggen

Door het land klaar te leggen met een rotorkoep of een sneleg, zal er een fijn zaaibed ontstaan. Op bonte percelen moet de snelheid of het toerental waarmee de zaaibedbereider het land klaar legt, steeds aan de eigenschappen van de grond worden aangepast. Alleen dan lukt het om over het hele perceel een egaal zaaibed te maken, en zo een gelijke opkomst van de bieten te krijgen. Dit zal later in het seizoen ook een gelijke stand en groei van de bieten over het hele veld geven.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|-------------------------------------|---|----------------------------|--------------------------|
| Land klaar maken | Rotorkoep | | |
| Diepte rotor-koep | 3 – 5 centimeter | | |
| Vlak zaaibed | Egalisatie plaat / rol | | |
| Toeren aftakas trekker | 540/750/1000 toeren | | |
| Snelheid trekker | Afhankelijk van grofte zaaibed (3 km/h) | Ja | |
| Breedte rotor-eg/ parallel tracking | 3 meter | Ja | € 1,20 ¹ |
| In – uitzetten machine | | | |



Figuur 2 Land klaar leggen met koep en behulp van GPS

¹ Het loonwerkstarief voor een trekker en rotorkoep is € 75,- per hectare. Als een 3 meter brede machine gemiddeld per omgang 5 cm overlapt, is dat $0,05 / 3,00 \times 100\% = 1,6\%$. 1,6% van € 75,- = € 1,20.

4.4 Zaaïen

Het zaaïen van de bieten gebeurt op een rijafstand van 50 cm. Door de trekker voor de zaaïmachine op GPS te laten rijden, zullen alle sluitrijen gelijk zijn. Dit vergemakkelijkt alle nog uit te voeren handelingen in de teelt, zoals spuiten, schoffelen en oogsten.

Variabel zaaïen op bonte grond wordt in de praktijk ook al toegepast. Op de zwaardere plekken op het perceel worden de bieten verder uit elkaar gezaaid. De bedoeling is om het tarrapercentage verlagen, doordat de bieten uniformer groeien. Ook kan er langs de kanten dichter gezaaid worden, voor een betere stand. Variabel zaaïen kan een besparing opleveren op zaaizaad.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|--------------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|
| Zaaidiepte | 2-3 cm | | |
| Zaaihoeveelheid | +/- 100.000 zaden | | |
| Onderlinge afstand | 16- 22 cm | Ja (variabel) | € 21,50-34,50 ¹ |
| Rijafstand | 50 cm | Ja | |
| Werkbreedte/ Parallel tracking | 3- 6 meter | Ja | |
| Snelheid | 6 km | | |
| In- en uitzetten machine | | | |

4.5 Greppels graven

Door greppels op de juiste plek te graven zal het overtollige water snel van het perceel worden afgevoerd. Bieten zijn een diep wortelend gewas. Waterproblemen in bieten spelen in Nederland niet vaak een rol van betekenis. Daarom is de meerwaarde van GPS greppels graven in deze teelt nihil. GPS zou hier gemak voor de bestuurder kunnen betekenen.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|--------------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|
| Laagste plekken in het perceel | laagte | Ja | |
| Diepte | 5- 20 cm | | |
| Toeren aftakas | 540 | | |
| Snelheid | 4 km | | |

¹ Niet meegenomen in de berekening

4.6 Gewasbescherming

Spuiten tegen onkruiden en schimmels komt meerdere malen voor in de teelt van suikerbieten. Door de overlap te minimaliseren door parallel tracking en door het automatisch in- en uitzetten, kan op de gewasbeschermingskosten bespaard worden. Ook zal het automatisch in- en uitzetten een lagere milieubelasting opleveren, omdat er immers minder gewasbeschermingsmiddelen nodig zijn. Tevens kan gewasschade worden voorkomen, omdat er geen plekken meer zijn die een dubbele dosering krijgen. Verondersteld wordt, dat de besparing door het automatisch in- en uitzetten van secties ongeveer 5 % van de totale gewasbeschermingskosten zal bedragen.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|---------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|
| boomhoogte | 50 cm | | |
| spuithoeveelheid | 100- 300 liter / druk | ¹ | |
| in- en uitzetten | | ja ² | € 11,70 |
| snelheid | 6 km | | |
| breedte parallel tracking | | ja | € 2,16 |

¹ Door automatische sectieaansturing wordt minder overlapt en worden de bieten ook in de geren goed gespoten. De gewasbeschermingskosten voor suikerbieten zijn € 234,- (exclusief Cercosporabestrijding). Een besparing van 5% komt dus neer op € 11,70.

² Op zware grond zijn de onkruiden taaier en de onkruiddruk hoger. Voor sommige onkruidbestrijdingsmiddelen (zoals bepaalde bodemherbiciden) zou het mogelijk moeten zijn om de dosering hierop aan te passen en op lichte perceelsgedeelten minder te spuiten. Dat zou een besparing op de gewasbeschermingskosten op kunnen leveren. Omdat de techniek nog niet praktijkrijp is, is deze toepassing niet standaard in de berekening meegenomen.

4.7 Schoffelen

Schoffelen in de bietenteelt tegen onkruid komt niet veel meer voor omdat dit voor veel telers niet past in de arbeidsplanning. Door toepassen van GPS techniek kan er nu veel nauwkeuriger worden gereden, en zouden de schoffels dichter op de rijen geplaatst kunnen worden. Ook zal er harder kunnen worden gereden en zijn sluitrijen geen probleem, mits er ook met GPS parallel tracking is gezaaid. Schoffelen zou ook een besparing op kunnen leveren in de gewasbeschermingkosten.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|------------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|
| diepte schoffel | 1-2 cm | | |
| breedte schoffel | 42 cm | | |
| in- en uitzetten | | ja | |
| snelheid | | 12 km per uur | € 35,- ¹ |
| breedte parallel tracking | | ja | |



Figuur 3 Bieten schoffelen

¹ Als er met behulp van GPS gezaaid is kan er harder worden gereden: het bestaande spoor wordt opnieuw gebruikt en men hoeft niet meer zelf te sturen. We gaan er van uit dat hierdoor de capaciteit wordt verdubbeld. Dan kan de helft van de kosten van het schoffelen (€ 70,- per hectare) worden bespaard.

4.8 Oogsten

Als de bieten met GPS gezaaid zijn, zal dit het oogsten vergemakkelijken. Hierdoor kan de oogstmachine in het midden van de rijen rijden en wordt de hoeveelheid tarra gereduceerd. Ook kan men sneller rijden: als GPS de trekker aanstuurt, kan de machinist zijn aandacht op de rooimachine concentreren.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|---------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|
| rooi diepte | | | |
| intensief reinigen | | | |
| in- en uitzetten | | ja | |
| snelheid | | | |
| breedte parallel tracking | | ja | |

5 Graanteelt

Wintertarwe is vooral vanwege de vruchtwisseling (bodemgezondheid en structuur) een zinvolle bouwplaninvulling.

5.1 Ploegen

Ploegen of woelen wordt gedaan om de grond klaar te leggen voor de teelt van wintertarwe. Hierdoor zijn de vochtinhouding, lucht en de door wortelbaarheid van de grond in orde. Deze bewerking vindt eenmaal in deze teelt plaats.

| Ploegen | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|-------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| diepteregeling | 25-30 centimeter | | |
| breedteregeling | 40 centimeter snijvlak | ja | |
| vlakstelling | horizontaal – verticaal | | |
| snelheid van de trekker | 3,5 – 7 kilometer per uur | | |
| toerental trekker | 1600 – 1950 toeren | | |
| rijbreedte trekker | | ja | |
| in- en uitzetten | | | |

5.2 Zaaien

Het zaaien van de tarwe gebeurt op een rijafstand van 12,5 cm. Door de trekker voor de zaaimachine op GPS te laten rijden, zullen alle sluitrijen gelijk zijn. Dit vergemakkelijkt alle nog uit te voeren handelingen in de teelt, zoals spuiten en kunstmest strooien.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|-----------------------------------|-------------|----------------------------|--------------------------|
| zaaidiepte | 2-3 cm | | |
| zaaihoeveelheid wintertarwe | 150- 220 Kg | (parallel) | € 1,20 ¹ |
| onderlinge afstand | | | |
| rijafstand | 12,5 cm | ja | |
| werkbreedte/ Parallel tracking | | ja | |
| snelheid | 2-6 km | | |
| in- en uitzetten machine | | | |

¹ Doordat de zaaimachine werkt via parallel tracking, zullen de buitenste rijen nauwkeurig op elkaar aansluiten en wordt overlap voorkomen. Uitgaande van een overlap van 5cm is dit bij een zaaicombinatie van 3 meter 1,6 %. 175 kg zaai zaad per hectare maal 43 cent per kg is € 75,25 X 1,6 % = € 1,20

Rotoreg grondbewerking voor het zaaien

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| land klaarmaken | rotorkopeg | | |
| diepte rotorkopeg | 3 – 5 centimeter | | |
| vlak zaaibed | egalisatie plaat / rol | | |
| toeren aftakas trekker | 540/750/1000 toeren | | |
| snelheid trekker | afhankelijk van grofte zaaibed | ja | |
| breedte rotopeg/ parallel tracking | 3 meter | ja | € 1,60 ¹ |
| in- en uitzetten machine | | | |

5.3 Greppels graven

Door greppels op de juiste plek te graven zal het overtollige water snel van het perceel vloeien. Daardoor zal het aantal planten dat last heeft van het water kleiner zijn, wat resulteert in een hogere opbrengst. In het beginstadium, vlak na het zaaien, is het belangrijk dat het zaaizaad niet in het water ligt. Dit kan, gemiddeld over meerdere jaren gerekend, een plusje geven in de opbrengst. We gaan ervan uit dat er hierdoor 1% meer opbrengst te halen is.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|-----------------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|
| laagste plekken in het perceel | laagte | Ja | € 10,60 ² |
| diepte | 5- 20 cm | | |
| toeren aftakas | 540 | | |
| snelheid | 4 km | | |



Figuur 4 greppels frezen

¹ Het loonwerkstarief voor een zaaimachine, rotorkopeg en trekker is € 100,- per hectare. Als een 3 eter brede machine gemiddeld per omgang 5 cm. overlapt, is dit $0,05 / 3,00 \times 100\% = 1,6\%$. 1,6% van € 100,- = € 1,60.

² Het saldo van wintertarwe is € 1.060,-. 1% hiervan is € 10,60.

5.4 Kunstmeststrooien

Meststoffen zijn van belang voor de groei en ontwikkeling van de plant. Bij het in- en uitzetten van de strooier is er altijd een deel van het veld dat een dubbele dosering krijgt. Het optimale moment van in- en uitzetten is bij strooiers met een grote werkbreedte lastig te bepalen omdat je nooit helemaal precies kunt zien wat je doet. Bovendien zijn er maar weinig percelen helemaal regelmatig van vorm. Door het in- en uitzetten van de strooier te laten doen door een computer, die aangestuurd wordt door een GPS signaal, kan grotendeels worden voorkomen dat plekken een dubbele of geen dosering krijgen. Hierdoor zal al een besparing voor de totale bemestingskosten te realiseren zijn van ongeveer 5%. Deze 5% is een aanname in navolging van de besparing op gewasbescherming die volgens PPO ook 5 % bedraagt.

Eventueel zou er ook variabel bemest kunnen worden, door op plaatsen waar afwijkende gehalten aan voedingsstoffen gevonden zijn, de gift naar boven of beneden bij te stellen. Kunstmeststrooien komt 2 à 3 maal voor in de teelt (stikstof).

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|--|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| hoogte van de strooier | 80 centimeter hoogte | | |
| vlakstelling | horizontaal – verticaal | | |
| klep automatisch | in- en uitzetten | ja | € 8,50 ¹ |
| strooihoeveelheid per ha. | kg per hectare/ strooicomputer | ja | ² |
| toeren aftakas trekker | 540 toeren | | |
| snelheid trekker | afhankelijk van de gift | | |
| rijbreedte trekker / parallel tracking | | ja | € 2,16 |



Figuur 5 Kunstmeststrooier

¹ De besparing is 5% van de kosten voor kunstmest. Dit is €170 per hectare. Besparing is € 8,50.

² Variabel bemesten is nog niet praktijkrijp, en daarom is dit niet meegenomen in de berekening.

5.5 Spuiten

Spuiten tegen onkruiden en schimmels komt 4 à 5 keer voor in de teelt van wintertarwe. Het minimaliseren van de overlap door parallel tracking en het automatisch in- en uitzetten, zal een besparing opleveren op de gewasbeschermingskosten. Ook zal het automatisch in- en uitzetten een lagere milieubelasting opleveren, omdat er minder middel nodig is. Ook zal gewasschade worden voorkomen, omdat er geen plekken meer zijn die een dubbele dosering krijgen. Aangenomen wordt dat het automatisch in- en uitzetten van secties ongeveer 5 % van de totale gewasbeschermingskosten kan besparen.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|---------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|
| boomhoogte | 50 cm | | |
| spuithoeveelheid | 100- 300 liter / druk | ¹ | |
| in- en uitzetten | | ja | € 19,50 ² |
| snelheid | 6 km | | |
| breedte parallel tracking | | ja | € 2,16 |

¹ Op zware grond zijn de onkruiden taaier en de onkruiddruk hoger. Voor sommige onkruidbestrijdingsmiddelen (zoals bepaalde bodemherbiciden) zou het mogelijk moeten zijn om de dosering hierop aan te passen en op lichte perceelsgedeelten minder te spuiten. Dat zou een besparing op de gewasbeschermingskosten op kunnen leveren. Omdat de techniek nog niet praktijkrijp is, is deze toepassing niet in de berekening meegenomen.

² Door automatische sectieaansturing worden overlappen zoveel mogelijk beperkt en zal de wintertarwe ook in een geer goed gespoten worden. Een besparing van 5% van de kosten voor gewasbescherming komt neer op 5% van € 390 = € 19,50 per hectare.

5.6 Oogsten

De combine kan ook op GPS worden aangestuurd. Door de minimale overlap is de capaciteit maximaal. Ook kunnen er in dezelfde werkgang opbrengstkaarten gemaakt worden.

| | Afstelling | Uitvoer GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|---------------------------|------------|----------------------|-----------------------|
| opbrengstmeting | | | |
| in- en uitzetten | | | |
| snelheid | | | |
| breedte parallel tracking | | ja | € 8,25 ¹ |



Figuur 6 Combine uitgerust met GPS

¹ Parallel tracking bij het combineren helpt om overlap te voorkomen. Vooral bij een breed maai bord van 6 meter is het lastig om zonder overlap te maaien. Zonder GPS is uitgegaan van ongeveer 20 cm overlap op een 6 meter breed maai bord, dit is 3,3 %. Met GPS zou de besparing € 8,25 kunnen bedragen.

6 Pootaardappelteelt

Pootaardappelen worden in Nederland op ruggen geteeld met een rij afstand van 75cm . Alle machines voor de pootaardappelteelt zijn hiervoor gebouwd en ontwikkeld. Ruggenteelt is voor de pootaardappelteelt belangrijk om een homogeen product te kunnen oogsten.

Door juiste rijafstand zullen de aardappelen over het hele veld regelmatig groeien. Daardoor zal er een homogeen product geogst kunnen worden, wat het hoogste rendement oplevert voor de teler.

6.1 Ploegen

Ploegen wordt gedaan om de grond klaar te leggen voor de teelt van pootaardappelen. Hierdoor is de vochthuishouding, lucht en de door wortelbaarheid van de grond in orde. Deze bewerking vindt eenmaal plaats in deze teelt.

| Ploegen | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|-------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| diepteregeling | 25-30 centimeter | | |
| breedteregeling | 40 centimeter snijvlak | ja | |
| vlakstelling | horizontaal – verticaal | | |
| snelheid van de trekker | 3,5 – 7 kilometer per uur | | |
| toerental trekker | 1600 – 1950 toeren | | |
| rijbreedte trekker | | ja | |
| in- en uitzetten ploeg | | | |

6.2 Kunstmeststrooien

Meststoffen zijn van belang voor de groei en ontwikkeling van de plant. Bij het in- en uitzetten van de strooier is er altijd een deel van het veld dat een dubbele dosering krijgt. Het optimale moment van in- en uitzetten is bij strooiers met een grote werkbreedte lastig te bepalen omdat je nooit helemaal precies kunt zien wat je doet. Bovendien zijn er maar weinig percelen volledig regelmatig van vorm. Door het in- en uitzetten van de strooier te laten doen door een computer, die aangestuurd wordt door een GPS signaal, kan grotendeels worden voorkomen dat plekken een dubbele of geen dosering krijgen. Hierdoor zal al een besparing voor de totale bemestingskosten te realiseren zijn van ongeveer 5%. Deze 5% is een aanname in navolging van de besparing op gewasbescherming die volgens PPO ook 5 % bedraagt.

Eventueel zou er ook variabel bemest kunnen worden, door percelen waar hogere waardes gemeten worden, de gift naar boven of beneden bij te stellen.

Kunstmest strooien komt tot 4 maal per teelt voor, namelijk met kali, fosfaat en stikstof (2 keer).

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| hoogte van de strooier | 80 centimeter hoogte | | |
| vlakstelling | horizontaal – verticaal | | |
| klep automatisch | in- en uitzetten | ja | € 12,70 ¹ |
| strooihoeveelheid per ha. | kg per hectare/ strooicomputer | ja | |
| toeren aftakas trekker | 540 toeren | | |
| snelheid trekker | afhankelijk van de gift | | |
| rijbreedte trekker /parallel tracking | | ja | € 6,48 ² |

¹ De besparing is 5% van de kosten voor kunstmest. Deze zijn € 254 per hectare; de besparing is € 12,70

² Kunstmeststrooien komt 4 maal voor in de teelt. Het voordeel zit in de eerste 3 giften (kali in het najaar, fosfaat en stikstof in het voorjaar). De 4^e maal strooien kan altijd op de uitgezette spuitsporen in het gewas.

6.3 Land klaarmaken

Het land klaarleggen gebeurt in Noord-Groningen met een rijenfrees. Ook voor deze bewerking kan parallel tracking gebruikt worden. Hierdoor zal de rijafstand over het hele perceel gelijk zijn, wat homogene groeiomstandigheden voor de aardappelen inhoudt en een efficiënte bedekkingsgraad van het perceel.

| | Afstelling | Uitvoer GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|---|
| land klaarmaken | frees | | |
| diepte | 5- 11 centimeter | | |
| toeren aftakas trekker | 540 toeren | | |
| snelheid trekker | afhankelijk van grofte plantbed | ja | |
| breedte frees/ parallel tracking | 3 meter | ja | € 91,80 ¹ € 117,- ² € 1,60 ³ |
| in- en uitzetten | | ja | |



Figuur 7 kaarsrechte aardappelruggen

¹ Met parallel tracking bij het frezen zal men gemiddeld 2 rijen meer op een perceel van 1 ha kunnen maken. Dit betekent een ongeveer 1,5% betere benutting van het veldoppervlak. Bij een opbrengst van 33 ton aardappelen per hectare zonder parallel tracking is de meeropbrengst met parallel tracking 495 kg aardappelen per hectare. Bij een prijs van € 0,20 per kg levert dit € 91,80 op.

² Omdat het frezen van aardappelruggen erg nauw luistert, is het belangrijk dat een ervaren machinist de frees bestuurt. Tevens is het belangrijk dat de ruggen recht gefreesd worden en dat de sluitrijen kloppen, om zo later in het seizoen makkelijker bewerkingen uit te voeren zoals aanfrezen en spuiten. Het frezen en aanfrezen neemt 4,5 uur per hectare in beslag. Als hiervoor een ervaren machinist bij een uitzendbureau moet worden ingehuurd, kost dit $4,5 \times € 26,- = € 117,-$. Als dit werk door een niet ervaren persoon gedaan wordt, kan het voorgaande bedrag (deels)bespaard worden. Dit is niet meegenomen in de berekening, de trekker moet immers wel bestuurd worden.

³ Het loonwerktarief voor rijenfreesen is (inclusief trekker) € 100,- per hectare. Als een 3 meter brede machine gemiddeld per omgang 5 cm overlapt, is dit $0,05 / 3,00 \times 100\% = 1,6\%$. 1,6% van €100,- = € 1,60.

6.4 Poten en kunstmest toedienen in de rug/variabel poten

Het poten gebeurt op de al gefreesde ruggen. Daardoor kan de machinist op de pootmachine zijn aandacht bij de machine houden en hoeft hij zich niet op het rechtrijden te concentreren. Bij het poten wordt de laatste jaren ook al de kunstmest in vloeibare vorm tijdens het poten in de rij geïnjecteerd. Helaas is de software van de fabrikanten nog niet in staat de dosering te variëren aan de hand van een bodemkaart. In theorie is het echter mogelijk om bijvoorbeeld aan de hand van het Pw-getal de fosfaatgift te variëren en zo op bemestingskosten te besparen.

Variabel poten

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|--------------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|
| pootdiepte | 2-3 cm | | |
| plantaantal | 80.000 planten per ha | | |
| onderlinge afstand | 16- 22 cm | ja | € 264,-- ¹ |
| rijafstand | 75 cm | ja | |
| werkbreedte/ parallel tracking | 3 meter | ja | |
| snelheid | 6 km | | |
| in- en uitzetten | 6 meter op de kopakker | | |

Variabel poten is gebaseerd op het principe dat er op zwaardere grond meer pootgoed nodig is dan op lichtere grond. Dit effect is echter niet voor alle rassen gelijk en de invloed van andere (jaargebonden) variabelen die de gewasontwikkeling beïnvloeden, is nog niet voldoende onderzocht. Daarom is de meeropbrengst wel vermeld, maar niet in de eindberekening verwerkt.

Op grond van bepaalde proeven wordt wel verondersteld dat variabel poten kan leiden tot een opbrengstverbetering van gemiddeld 4 procent. KWIN noemt een gemiddelde opbrengst van 33.000 kg per hectare. Bij een prijs van €0,20 is dit €6.600,. Als variabel poten een meeropbrengst geeft van 4% is dit 1.320 kg of € 264,- per ha.



Figuur 8 Structural pootmachine

¹ Niet in de berekening meegenomen

6.5 Greppels graven

Door greppels op de juiste plek te graven zal het overtollige water snel van het perceel vloeien. Daardoor zal het aantal planten wat last heeft van het water kleiner zijn, wat resulteert in een hogere opbrengst. Aardappelen is een gewas dat slecht tegen te veel water kan. Om rot te voorkomen, is het belangrijk dat de greppels op de juiste plek liggen. Hierbij ga ik uit van 1% meeropbrengst, wat bij een kilogramopbrengst van 33 ton en een aardappelprijs van € 0,20 per kg neerkomt op € 66,- per hectare.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|--------------------------------|------------|-------------------------|-----------------------|
| laagste plekken in het perceel | laagte | ja | € 66,- |
| diepte | 5- 20 cm | | |
| toeren aftakas | 540 | | |
| snellheid | 4 km | | |

6.6 Gewasbescherming

Sputen tegen onkruiden en schimmels komt meerdere malen voor in de teelt van pootaardappelen. Het minimaliseren van overlap door parallel tracking en het automatisch in- en uitzetten, kan een besparing opleveren in de gewasbeschermingskosten. Ook zal de milieubelasting minder zijn, omdat er minder middel nodig is. Omdat er geen plekken meer zijn die een dubbele dosering krijgen, zal gewasschade worden voorkomen.

Besparing door het automatisch in en uitzetten van secties zal ongeveer 5 % van de totale gewasbeschermingskosten bedragen.

Sputen komt 10-15 maal voor in de teelt van pootaardappelen.

| | Afstelling | Uitvoer GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| boomhoogte | 50 cm | | |
| spuithoeveelheid | 100- 300 liter / druk | ¹ | |
| in- en uitzetten | | ja | € 46,60 ² |
| snellheid | 6 km | | |
| breedte parallel tracking | | ja | € 2,16 |

¹ Variabel doseren heeft voor pootaardappelen geen toegevoegde waarde. Men moet een ziektevrij gewas telen. Omdat aardappelen op het loof overal even kwetsbaar zijn voor ziekten, is variabel doseren met fungiciden en pesticiden niet van toepassing.

² Door automatische sectieaansturing en voorkomen van overlap worden de aardappelen ook in de garen goed gespoten en wordt dubbele dosering vermeden. Een besparing van 5% van de kosten voor gewasbescherming komt neer op 5% van € 932,- = € 46,60 per hectare.

6.7 Loofklappen en spuiten

Als de aardappelen aan de maat zijn kunnen ze doodgespoten of geklapt worden. Loofklappen moet gebeuren onder droge omstandigheden, omdat er anders sporen in het veld komen, waar later in het seizoen water ken blijven staan.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|---------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|
| hoogte klapper | | | |
| toeren klapper | 1000 toeren per min. | | |
| spuithoeveelheid | 100- 300 liter / druk | | |
| in- en uitzetten | | | |
| snelheid | 5 km | | |
| breedte parallel tracking | 3 meter | ja | n.v.t |

6.8 Oogsten

Het oogsten van de aardappelen gebeurt in augustus/ september. De trekker voor de rooier rijdt tussen de rijen door. Dat kan op het GPS signaal, waardoor de machinist zijn aandacht meer op het rooiwerk kan richten. Maar vaak blijft de trekker vanzelf al wel tussen de rijen rijden.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|---------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| rooidiepte | net onder de aardappelen | nee | |
| intensief reinigen | | | |
| in- en uitzetten | | | |
| snelheid | | | |
| breedte parallel tracking | | ja | n.v.t |

7 Uienteelt

Uien worden de laatste jaren, door betere rassen en hogere temperatuur, steeds meer geteeld in Noord-Nederland. Om het land zo efficiënt mogelijk te benutten, gebeurt dat op bedden. Ook vergemakkelijkt een bed het rooien en op het land drogen van de uien. De bedden kunnen 1,50 tot 2,25 meter breed zijn.

7.1 Ploegen

Ploegen of woelen dient om de grond klaar te leggen voor de teelt van uien. Hierdoor is de vochthuishouding, lucht en de door wortelbaarheid van de grond in orde. Deze bewerking vindt eenmaal per teelt plaats.

| Ploegen | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| diepteregeling | 25-30 centimeter | | |
| breedteregeling | 40 centimeter snijvlak | ja | |
| vlakstelling | horizontaal – verticaal | | |
| snelheid van de trekker | 3,5 – 7 kilometer per uur | | |
| toerental trekker | 1600 – 1950 toeren | | |
| rijbreedte trekker | | ja | |
| in- en uitzetten machine | | | |

7.2 Kunstmeststrooien

Meststoffen zijn van belang voor de groei en ontwikkeling van de plant. Bij het in- en uitzetten van de strooier is er altijd een deel van het veld dat een dubbele dosering krijgt. Het optimale moment van in- en uitzetten is bij strooiers met een grote werkbreedte lastig te bepalen omdat je nooit helemaal precies kunt zien wat je doet. Bovendien zijn er maar weinig percelen volledig regelmatig van vorm. Door het in- en uitzetten van de strooier te laten doen door een computer, die aangestuurd wordt door een GPS signaal, kan grotendeels worden voorkomen dat plekken een dubbele of geen dosering krijgen. Hierdoor zal al een besparing voor de totale bemestingskosten te realiseren zijn van ongeveer 5%. Deze 5% is een aanname in navolging van de besparing op gewasbescherming die volgens PPO ook 5 % bedraagt.

Kunstmeststrooien komt 2 tot 3 maal voor in de teelt, voor kali en voor stikstof.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|--|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| hoogte van de strooier | 80 centimeter hoogte | | |
| vlakstelling | horizontaal – verticaal | | |
| klep automatisch | in- en uitzetten | ja | € 12,55 |
| strooihoeveelheid per ha. | kg per hectare/ strooicomputer | ja | |
| toeren aftakas trekker | 540 toeren | | |
| snelheid trekker | afhankelijk van de gift | | |
| rijbreedte trekker / parallel tracking | | ja | € 4,32 |

7.3 Land klaarleggen

Door het land klaar te leggen met een rotorkopeg of een sneleg, zal er een fijn zaaibed ontstaan. Op bonte percelen moet de snelheid of het toerental waarmee de zaaibedbereider het land klaarlegt, steeds aan de eigenschappen van de grond worden aangepast. Alleen dan lukt het om over het hele perceel een egaal zaaibed te maken, en zo een gelijke opkomst van de uien te krijgen. Dit zal later in het seizoen ook een gelijke stand en groei van de uien over het hele veld geven.

| | Afstelling | Uitvoer GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| land klaarmaken | rotorkopeg | | |
| diepte rotor-kopeg | 3 – 5 centimeter | | |
| vlak zaaibed | egalisatie plaat / rol | | |
| toeren aftakas trekker | 540/750/1000 toeren | | |
| snelheid trekker | afhankelijk van grofte zaaibed | ja | |
| breedte rotopeg/ parallel tracking | 3 meter | ja | € 1,20 ¹ |
| in- en uitzetten | | | |

7.4 Zaaïen

Het zaaïen van de uien wordt gewoonlijk door loonwerkers gedaan. Rechtrijden is voor een loonwerker veelal geen probleem. Daarom zal de winst door een betere benutting van de oppervlakte hier nihil zijn.

¹ Het loonwerkstarief voor een trekker en rotorkopeg is € 75 per hectare. Als een 3 meter brede machine gemiddeld per omgang 5 cm. overlapt, is dit $0,05 / 3,00 \times 100\% = 1,6\%$. 1,6% van €75 = € 1,20.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|
| zaaidiepte | 2-3 cm | | |
| zaaihoeveelheid | 3,5- 4 eenheden zaden | | |
| onderlinge afstand | | | |
| rijafstand | 25 tot 30 cm | | |
| werkbreedte / parallel tracking | | | |
| snelheid | 6 km | | |
| in- en uitzetten | | ja | |

7.5 Toevoegen PowerStart

Aan de hand van bodemkaarten zou het in theorie mogelijk moeten zijn om bij het zaaien van de uien variabel Powerstart (vloeibare kunstmest) toe te dienen. Dit is nog niet praktijkrijp of getest in de praktijk.

7.6 Greppels graven

Door greppels op de juiste plek te graven, kan overtollig water snel van het perceel vloeien. Daardoor zal het aantal planten dat last heeft van het water kleiner zijn, wat resulteert in een hogere opbrengst. De financiële opbrengst van 1 ha uien is € 5.345. Als hiervan 1 % minder last heeft van water, zal de financiële opbrengst 1% hoger liggen. Dit is € 53,45.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|--------------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|
| laagste plekken in het perceel | laagte | ja | € 53,45 |
| diepte | 5- 20 cm | | |
| toeren aftakas | 540 | | |
| snelheid | 4 km | | |

7.7 Schoffelen

Schoffelen in zaaiuien komt in de gangbare teelt weinig voor. In de biologische teelt wordt het vaker toegepast. In de gangbare teelt staan de uienrijen dichter op elkaar, zodat ze erg lastig te schoffelen zijn. Ook is het nog niet mogelijk onkruid in de rij weg te schoffelen.

7.8 Gewasbescherming

Spuiten tegen onkruiden en schimmels komt meerdere malen voor in de teelt van zaaiuien. Door de overlap te minimaliseren door parallel tracking en door het automatisch in- en uitzetten van de secties, kan op de gewasbeschermingskosten worden bespaard. Ook zal de milieubelasting minder zijn, omdat er minder middelen nodig is. Als er geen plekken meer zijn die een dubbele dosering krijgen, wordt gewasschade voorkomen.

Besparing door het automatisch in en uitzetten van secties zal ongeveer 5 % van de totale gewasbeschermingskosten bedragen. Spuiten komt 10-13 maal voor in de teelt van zaaiuien.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|---------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|
| boomhoogte | 50 cm | | |
| spuithoeveelheid | 100- 300 liter / druk | ¹ | |
| in- en uitzetten secties | | ja ² | € 47,25 |
| snelheid | 6 km | | |
| breedte parallel tracking | | ja | |



Figuur 9 Veldspuit

7.9 Oogsten

Doordat de uien op GPS gezaaid zijn zal dit het oogsten vergemakkelijken. Verder zal dit geen besparing opleveren.

| | Afstelling | Uitvoering GPS praktijk | Meerwaarde/ besparing |
|---------------------------|------------------|----------------------------|--------------------------|
| rooidiepte | 2 cm onder de ui | | |
| intensief reinigen | kloppers | | |
| in- en uitzetten | | | |
| snelheid | 5 km | | |
| breedte parallel tracking | | ja | |

¹ Op zware grond zijn de onkruiden taaier en de onkruiddruk hoger. Voor sommige onkruidbestrijdingsmiddelen (zoals bepaalde bodemherbiciden) zou het mogelijk moeten zijn om de dosering hierop aan te passen en op lichte perceelsgedeelten minder te spuiten. Dat zou een besparing op de gewasbeschermingskosten op kunnen leveren. Omdat de techniek nog niet praktijkrijp is, is deze toepassing niet standaard in de berekening meegenomen.

² Door automatische sectieaansturing wordt minder overlapt en worden de bieten ook in de geren goed gespoten. De gewasbeschermingskosten voor suikerbieten zijn € 945. Een besparing van 5% komt dus neer op € 47,25.

8 Besparingen

Hieronder zijn de besparingen voor de besproken gewassen op een rijtje gezet. In de eerste twee kolommen gaat het om de besparingen voor het recht en misschien harder kunnen rijden bij sommige werkzaamheden inclusief de besparingen voor kunstmest, gewasbescherming en zaai- en plantgoed die hier een gevolg van zouden kunnen zijn. De 100% kolom geeft aan wat de besparing is als dit voordeel volledig kan worden benut. De 60% kolom gaat ervan uit dat er ook bij het gebruik van GPS altijd nog wel enige opbrengst zal blijven liggen als gevolg van afwijkingen ten opzichte van de ideaalsituatie. 60% van de theoretisch haalbare besparing lijkt echter voor de praktijk een realistisch streven.

In de derde en vierde kolom is een zelfde berekening gemaakt, maar daar zijn alleen de besparingen door rechtrijden in verwerkt. De besparingen op grondstoffen zijn daarbij dus buiten beschouwing gelaten.

Experimentele toepassingen zoals plaats specifieke grond- en gewasbehandelingen zijn niet doorgerekend. Deze toepassingen zijn nog onvoldoende onderzocht en/of niet praktijkrijp.

| gewas | rechtrijden inclusief besparing op zaaizaad en plantgoed, meststof en gewasbeschermingsmiddelen | | rechtrijden exclusief besparing op zaaizaad en plantgoed, meststof en gewasbeschermingsmiddelen | |
|------------------|---|----------|---|----------|
| | 100% | 60% | 100% | 60% |
| Suikerbieten | € 63,98 | € 38,38 | € 42,68 | € 25,60 |
| Wintertarwe | € 53,97 | € 32,38 | € 25,97 | € 15,60 |
| Poot aardappelen | € 228,94 | € 137,36 | € 169,64 | € 101,80 |
| Zaaiuien | € 118,77 | € 71,26 | € 58,97 | € 35,38 |

De besparing is het grootst in de teelt van poot aardappelen. Dit komt omdat dit naar verhouding het gewas is waarin het meeste geld in om gaat.

9 Kosten van het GPS – RTK systeem

9.1 Systeemkosten

Om de kosten van een GPS systeem met een nauwkeurigheid van 3 cm te berekenen, heb ik contact gehad met Mijno van Dijk Mechanisatie. Dit is een mechanisatiebedrijf dat zich volop inzet voor precisielandbouw. In de ondersteuning naar haar klanten, maar ook in het volgen van nieuwe ontwikkelingen.

Omdat alle systemen verschillende kostenstructuren hanteren, heb ik de kostenstructuur van Autofarm doorgerekend. Hieruit bleek dat er naast het kopen van een systeem nog veel meer kosten zijn waarmee rekening gehouden moet worden.

De kosten voor het basissysteem zijn € 18.400. Dit is inclusief de dakmodule met 2 gps-ontvangers, een radiomodem met antenne, een touchscreen monitor en bekabeling.

Dan komt het trekkerspecifieke gedeelte. De kosten hiervoor zijn ongeveer € 3.500. Hieronder vallen de dakslede, waarop de ontvanger gemonteerd kan worden, bevestiging voor de monitor, het zogeheten 'orbitrol-vervangend ventiel' en de hoeksensoren om de stuurhoek van de voorwielen te meten. Tot slot moet dit alles nog op de trekker gebouwd worden. Hiervoor wordt zo'n € 1.000 berekend.

De totale kosten voor 1 trekker op met GPS te rijden zijn dus € 22.900.

Het GPS systeem van Trimble kost in totaal € 23.500 (Oosterhof Mechanisatie, Roodeschool). Deze computer is dan ook al voorbereid op werktuigbesturing. De kosten voor het besturen van een veldspuit, het aan- en afsluiten van de secties, kost zo'n € 3.000,- extra.

De besturingskast is uitwisselbaar voor beide systemen. De voorbereiding van GPS systemen voor trekker, combine of zelfrijdende spuit voor parallel tracking komt ongeveer uit op € 4.500,-.

Berekening

Voor het berekenen van de kosten van een systeem kies ik voor het systeem van Trimble. Dit omdat het systeem meerdere toepassingen heeft en al met meerdere fabrikanten samenwerkt aan werktuigbesturing. Ik ga er in de berekening van uit dat de spuitmachine voorbereid is. De afschrijving gebeurt in 5 jaar en de restwaarde is 10%. Per trekker kost het systeem dan:

| | | |
|-----------------------------------|---|----------------|
| GPS systeem Trimble | € | 23.500,- |
| Spray Section control | € | <u>3.000,-</u> |
| totaal | € | 26.500,- |
| | | |
| Rentekosten (€ 26,500 X 5%) | € | 1.235,- |
| Afschrijving ((€ 26.500 - 10%)/5) | € | 4.770,- |
| Gebruikskosten | € | <u>PM</u> |
| Totale jaarlijkse kosten | € | € 6.005,- |

Prijsverwachting voor GPS

De verwachting is dat de prijs voor GPS, en dan met name het precieze systeem met autosteer-functie, de komende vijf jaar niet veel zal dalen. Dit omdat het nog een vraagmarkt is, veel bedrijven hebben nog geen GPS, en daardoor zal de prijs nagenoeg gelijk blijven.

De minder nauwkeurige systemen zullen waarschijnlijk goedkoper worden. Dit omdat er niet veel kosten meer zitten in de ontwikkelingen van de apparatuur. Dit kan vergeleken worden met een autonavigatie van TomTom. De eerste auto navigatie systemen kostten 5 jaar geleden rond de € 300. Een zelfde systeem is er nu voor rond de € 100.

10 Besparingen en kosten op bedrijfsniveau

Tot slot is een berekening gemaakt van de besparingen en kosten voor een bedrijf met een gemiddeld bouwplan en gemiddelde omvang in Noord-Groningen. Omdat het werk niet met één trekker gedaan wordt, is er van uitgegaan dat twee trekkers en de combine op een GPS-systeem worden voorbereid. De besturingskast wordt uitgewisseld.

Het bedrijf omvat 120 hectare landbouwgrond.

10.1 Rendement bij 100% benutting

Het gaat hier om de theoretische besparingen door rechtrijden, inclusief zaaizaad en plantgoed, meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen. Plaatsspecifieke variabele bewerkingen zijn buiten beschouwing gelaten.

Besparingen

| | | |
|--|---|-----------------|
| 15 hectare suikerbieten à € 63,98 | € | 959,70 |
| 55 hectare wintertarwe à € 53,97 | € | 2.968,35 |
| 40 hectare poot aardappelen à € 228,94 | € | 9.157,60 |
| 10 hectare zaaizuigen à € 118,77 | € | <u>1.187,70</u> |
| Totaal | € | 14.273,35 |

Kosten

| | | |
|--|---|-----------------|
| Vorbereidingskosten voor GPS (3 X € 4.500) | € | 13.500,-- |
| Software voor het systeem | € | 19.000,-- |
| Module voor spuiten en bemesten | € | <u>3.000,--</u> |
| De totale investering | € | 35.500,-- |

Voor het bereken van de jaarlijkse kosten gaan we er van uit dat het systeem redelijk waarde vast is. De restwaarde bedraagt 10 procent van de investering, de afschrijving verloopt in 5 jaar.

| | | |
|-----------------------------------|---|-----------|
| Rentekosten (€ 35.500 X 5%) | € | 1.775,-- |
| Afschrijving ((€ 35.500 – 10%)/5) | € | 6.390,-- |
| Gebruikskosten | € | <u>PM</u> |
| Totale jaarlijkse kosten | € | 8.165,- |

Samengevat:

| | | |
|-------------|---|-----------------|
| besparingen | € | 14.273,35 |
| kosten | € | <u>8.165,--</u> |
| Voordeel | € | 6.108,35 |

De investering van € 35.500 kan in $35.500/6.108 = 5,8$ jaar worden terugverdiend. Hierbij is geen rekening gehouden met eventuele fiscale voordelen.

10.2 Rendement bij 60% benutting

Om te onderzoeken of het GPS system voor elke ondernemer rendabel is in de praktijk, gaan we uit van 60 procent van de berekende besparing. Bij veel bewerkingen hoeft niet perse op de 2 centimeter gereden te worden. Bij het kunstmeststrooien is een afwijking van 30 tot 50 centimeter helemaal niet erg. Bij het frezen van aardappelruggen zijn er ook machinisten die geen stuurhulp nodig hebben.

| | | |
|---------------------------------------|---|---------------|
| 15 hectare suikerbieten à € 38,38 | € | 575,70 |
| 55 hectare wintertarwe à € 32,38 | € | 1.780,90 |
| 40 hectare pootaardappelen à € 137,36 | € | 5.494,40 |
| 10 hectare zaaiuien à € 71,26 | € | <u>712,60</u> |
| Totaal | € | 8.563,60 |

Samengevat:

| | | |
|-------------|---|-----------------|
| besparingen | € | 8.563,60 |
| kosten | € | <u>8.165,--</u> |
| voordeel | € | 398,60 |

De investering van € 35.500 kan in $35.500/398,60 = 89$ jaar worden terugverdiend. Hierbij is geen rekening gehouden met eventuele fiscale voordelen.

10.3 Conclusie

Naast het grote gemak dat RTK-GPS kan bieden zitten er ook financiële en milieuvoordelen aan.

De grootste financiële voordelen van GPS zijn te vinden in de pootaardappelteelt. Dit omdat dit de teelt is waar de meeste kosten voor gemaakt moeten worden qua arbeid en gewasbescherming. In de pootaardappelteelt levert het een theoretische besparing op van maximaal € 228,94 per hectare.

Verder zijn er grote besparingen terug te vinden in de automatisering bij het in en uit zetten van een kunstmeststrooier en veldspuit. Dit is niet alleen financieel een besparing, maar ook voor het milieu. Het automatisch in- en uitschakelen van een strooier of spuitmachine levert een besparing van 5% kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen op. Ook hier speelt niet alleen een financieel voordeel, maar levert ook een milieuvoordeel, omdat er minder gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen nodig zijn.

Een hoogtekaart, gemaakt door een GPS systeem, kan voordeel bieden bij het aanleggen van watergoten: greppels kunnen dan precies in laagtes gegraven worden. Dit voorkomt waterschade en rot.

Een aantal andere voordelen van GPS is niet in geld uit te drukken. Bijvoorbeeld een vergroting van het aantal werkbare uren op een dag en het op de kopakker minder vaak hoeven te steken om weer recht voor de volgende gang uit te komen. Ook kan het handig zijn om percelen "uit te stukken" als er om de één of andere reden plaatselijk een speciale behandeling nodig is.

11 Advies

De conclusie naar aanleiding van het verslag is dat GPS in de aardappelteelt de grootste besparing oplevert. Voor grote aardappelbedrijven is het een investering die zich op de middellange termijn (3-5 jaar) terug zou kunnen verdienen, mits men uitgaat van een theoretische benadering. Als op een bedrijf slechts 60% benutting van het systeem haalbaar is, moet men een genuanceerde afweging maken om het systeem al of niet aan te schaffen. In dat geval (en geen rekening houdend met bijvoorbeeld fiscale omstandigheden) geldt voor een bedrijf van 120 hectare met een gangbaar bouwplan in Noord-Groningen, dat de besparingen niet opwegen tegen de kosten van het systeem.

Het is een voorwaarde dat de machines op het bedrijf aangestuurd kunnen worden met een GPS besturingskast. Oudere spuitmachines of kunstmest strooiers kunnen niet zomaar worden aangepast aan de nieuwste GPS besturing. In de vertreksituatie zijn dus moderne spuiten, kunstmeststrooiers, plant- en zaaimachines en grondbewerkingmachines nodig. In het verslag is dit als uitgangspunt genomen. Wie overweegt te investeren in GPS-techniek zal dit eerst voor zichzelf na moeten gaan.

Het maken van hoogtekaarten kan een uitkomst zijn voor percelen die lastig te ontwateren zijn. Hierbij kan het GPS systeem een uitkomst zijn.

Er is enige technische en computerkennis nodig om optimaal met het systeem te kunnen werken.

12 Bronvermelding

KWIN - AGV

Auteur Bakkum, N.G.

Tijdschrifttitel IKC - Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroente

Uitgever Informatie en Kennis Centrum voor de Akker- en Tuinbouw (Ede)
Afdeling Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad

Deel (Jaar) Nummer 6 (1995) 1

Paginerings 13 – 16

www.soilcompany.nl

www.sbg.nl

www.weisterklap.nl

www.geometius.nl

www.gpslandbouw.nl

www.futurefarming.nl

www.kennislink.nl