



## Diepere grondbewerking bij conserverende landbouw

Het nut van woelen en vergelijking  
van verschillende woelers



Marije van Beek  
Hogeschool HAS Den Bosch  
In het kader van een stage bij DLV Plant  
Oktober 2009

Verantwoordelijk voor de opzet en uitvoering van de test en de verslaglegging zijn Sander Bernaerts DLV  
plant en Bert Vermeulen PRI

Onderdeel van het demoproject NKG

## **Aanleiding**

Conserverende grondbewerking wint de laatste jaren steeds meer aan populariteit. Ook in Nederland groeit de belangstelling. Binnen deze vorm van grondbewerking wordt de bodem niet langer intensief bewerkt. Het vermindert de erosiegevoeligheid, verbetert de bodemstructuur, bevordert het bodemleven, zorgt voor een betere draagkracht en een betere waterbergingscapaciteit. Binnen de conserverende grondbewerking wordt er niet meer geploegd. Om verdichtingen ontstaan door oogstsporen weg te werken, de waterberging zeker te stellen en anaerobe omstandigheden te voorkomen kan er gewoeld worden. Wat voor type woeler hiervoor gebruikt moet worden is in dit verslag onderzocht.

De meningen over welke woeler nu geschikt is zijn verdeeld. Ook het idee over wat er bereikt moet worden met een woeler is niet voor iedereen hetzelfde. Daarom zijn er verschillende specialisten geïnterviewd en is er literatuuronderzoek gedaan. Hieruit kwam naar voren dat woelen slechts tijdelijk een positief effect heeft op de bodem. Er moet dus zeker niet vaker gewoeld worden dan noodzakelijk. De geïnterviewde specialisten delen deze mening. De bewerkingsintensiteit van de woeler is grondsoortafhankelijk. Op kleigrond kan over het algemeen worden volstaan met een lagere intensiteit; het volledig opbreken van de bodem is hier niet nodig. De mening is dat een woeler met 4 tanden (Dent-Michel of 4 rechte tanden zonder beitels) voldoende is. Ook zal er minder gewoeld hoeven worden naarmate het systeem langer toegepast wordt. Alleen verdichte stukken (o.a. oogstsporen) hoeven dan nog gewoeld te worden. In Limburg ligt de bewerkingsintensiteit hoger. In dit gebied zijn er goede ervaringen met 6-7 tanden op een werkbreedte van 3 meter. Bij het gebruik van minder beitels ligt de grond niet egaal genoeg. Brede ganzenvoetbeitels geven een hoger risico op horizontale versmering.

Voor de woelertest, uitgevoerd op een kleigrond van 40% afslibbaar, zijn de volgende woelers gebruikt:

- Evers Holsteiner
- Kverneland CLI (Dent-Michel tand)
- Agrisem Combiplow
- Kongskilde Paragrubber
- Amazone TL 302 met zijplaten
- Amazone TL 302 zonder zijplaten

De resultaten van de test zijn verassend. De Dent-Michel tanden, de Agrisem tanden en de Paragrubber gaven een aanzienlijk lager brandstofverbruik en minder wiel slip dan de overige woelers. Het verschil tussen de Agrisem en de Evers was in de test meer dan 5 liter per uur. 4 rechte tanden zonder beitels verstoren de grond het minste, gevolgd door de Dent-Michel tand. Voor een volledige opbreking zijn de Paragrubber en de Agrisem zeer geschikt. De Paragrubber gaf de minste versmering van de geteste woelers.

## **Resultaten test**

### **Opzet test**

De testdag is georganiseerd op woensdag 30 september 2009. De bedoeling was om de bestaande typen woelers te vergelijken; er is geprobeerd om een zo volledig mogelijk beeld weer te geven. De test vond plaats bij Paul Maasdam in Mookhoek. Op het proefperceel hebben bonen gestaan, met als voorvrucht tarwe in 2008 en gerst in 2007.

Voor uitgebreidere opzet van de proef wordt verwezen naar de bijlage.

### **Resultaten test**

De volgende woelers zijn getest (zie afbeelding);

- Agrisem Combiplow 32+ (4 rechte tanden met brede beitel)
- Amazone TL 302 (4 rechte tanden met smalle- en zonder zijplaten en ristertje)
- Evers Holsteiner (6 rechte smalle tanden)
- Kongskilde Paragrubber (6 tanden met naar binnen gebogen rister)
- Kverneland CLI (4 tanden met naar binnen gebogen rister)

### **Bewerkingsdiepte**

Door middel van een profilometer (afbeelding 5) is de werkingsdiepte van de woeler bepaald.



Afb. 5: Profilometer [eigen foto]

Uit de metingen volgt de volgende grafiek met de profilometer;

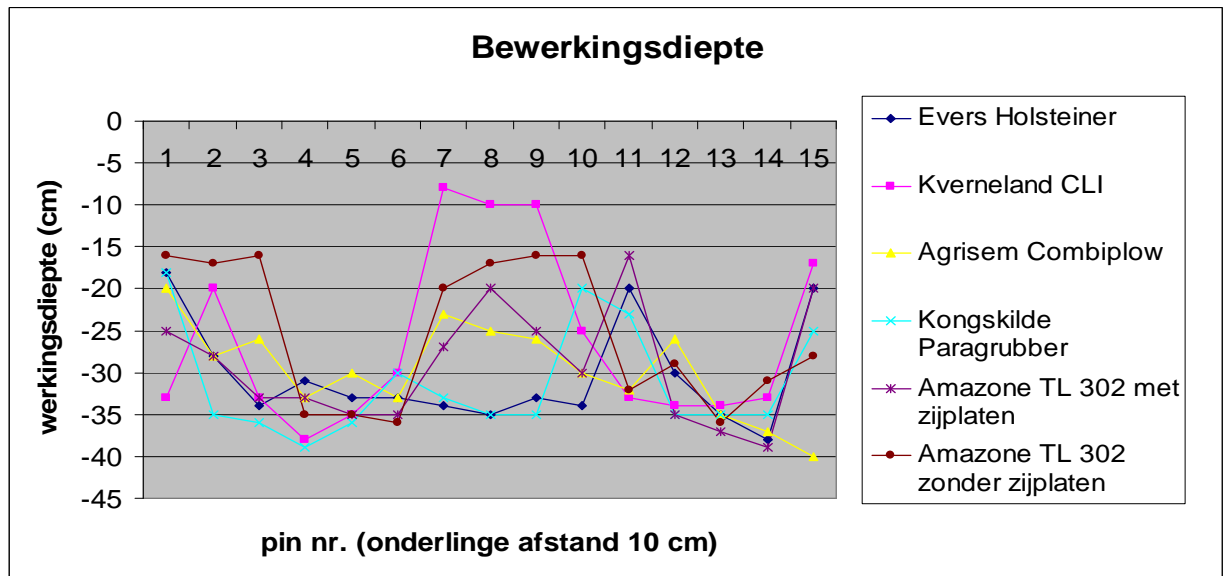


Fig. 5: Bewerkingsdiepte

Er is duidelijk te zien dat de bewerkingsdiepte van de Kverneland CLI zowel hoog als laag is; deze verstoort de grond het minst. Hetzelfde beeld is te zien bij de Amazone TL 302 zonder zijplaten. De overige woelers werken vrijwel over de volledige ondergrond. Voor de afzonderlijke meetresultaten en grafieken per woeler wordt verwezen naar de bijlage.

Om een duidelijker beeld te schetsen is het gemiddelde percentage grond berekend die door de woeler verstoord wordt;

	Percentage losgemaakte grond
<b>Evers Holsteiner</b>	87
<b>Kverneland CLI</b>	75
<b>Agrisem Combiplow</b>	90
<b>Kongskilde Paragrubber</b>	90
<b>Amazone TL 302 met zijplaten</b>	83
<b>Amazone TL 302 zonder zijplaten</b>	70

Tabel 2: Percentage losgemaakte grond t.o.v. werkingsdiepte

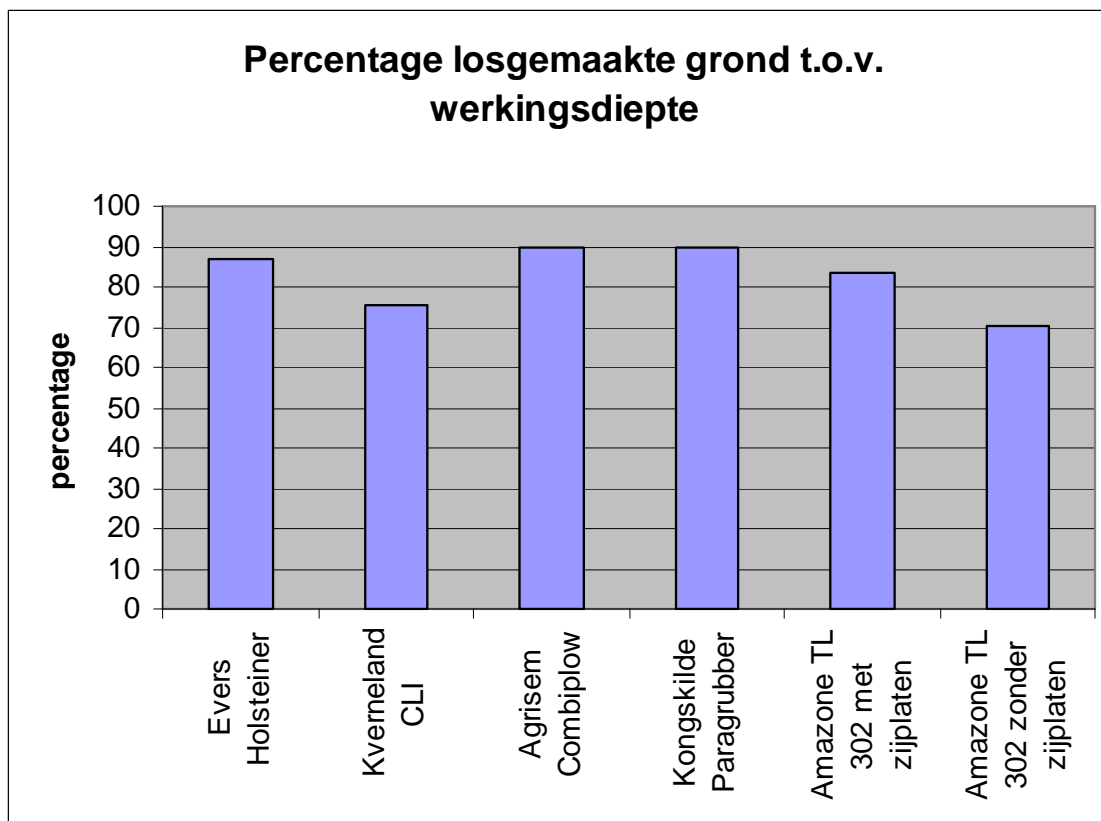


Fig. 6: Percentage losgemaakte grond t.o.v. werkingsdiepte

### Brandstofverbruik

De trekker heeft tijdens de test met alle woelers 4 km/uur gereden. De resultaten zijn de gemiddelden van alle metingen. Voor de exacte waarden wordt verwezen naar de bijlagen.

	<b>Brandstofverbruik tijdens bewerking (liters/uur)</b>
Evers Holsteiner	18
Kongskilde Paragrubber	14
Kverneland CLI	13
Agrisem Combiplow	14
Amazone TL 302 met zijplaten	17
Amazone TL 302 zonder zijplaten	15

Tabel 3: Brandstofverbruik

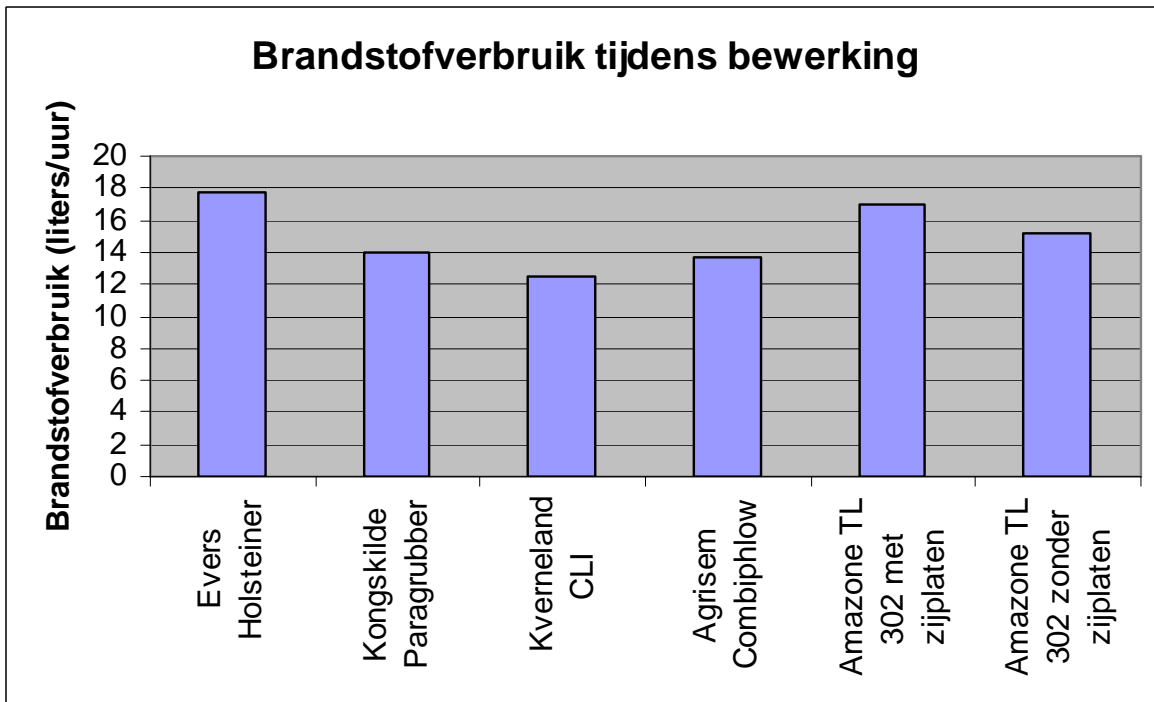


Fig. 7: Brandstofverbruik

#### Wielslip

De trekker legt in 10 wielomwentelingen onbelast 54,48 meter af bij een rijsnelheid van 4 km/uur. Tijdens de test is het aantal gereden meter per 5 wielomwentelingen gemeten. Aan de hand hiervan kan het percentage wielslip gemeten worden.

Woeler	Percentage slip
Evers Holsteiner	13,3
Kverneland CLI	4,4
Agrisem Combiphlow	5,3
Kongskilde Paragrubber	4,2
Amazone TL 302 met zijplaten	9,6
Amazone TL 302 zonder zijplaten	7,3

Tabel 4: Wielslip

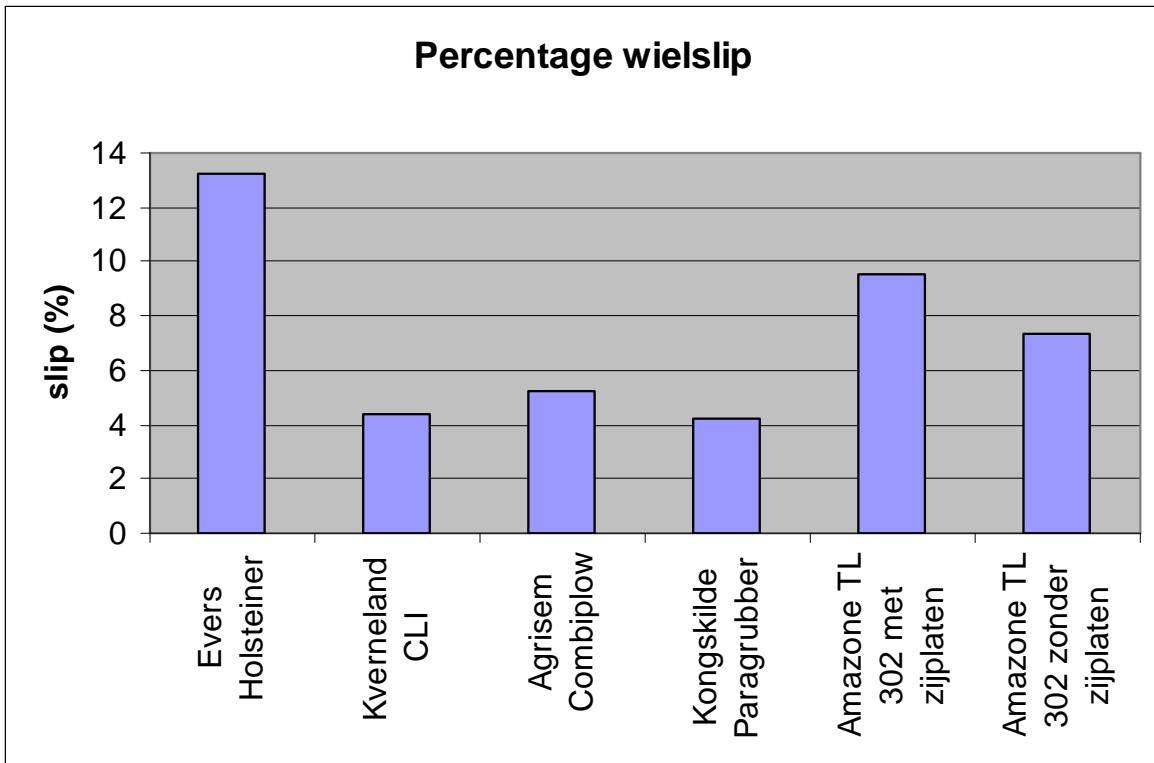


Fig. 8: Wielslip

Er is tevens een verband tussen het brandstofverbruik en het percentage wielslip. Zie onderstaande figuur 9.

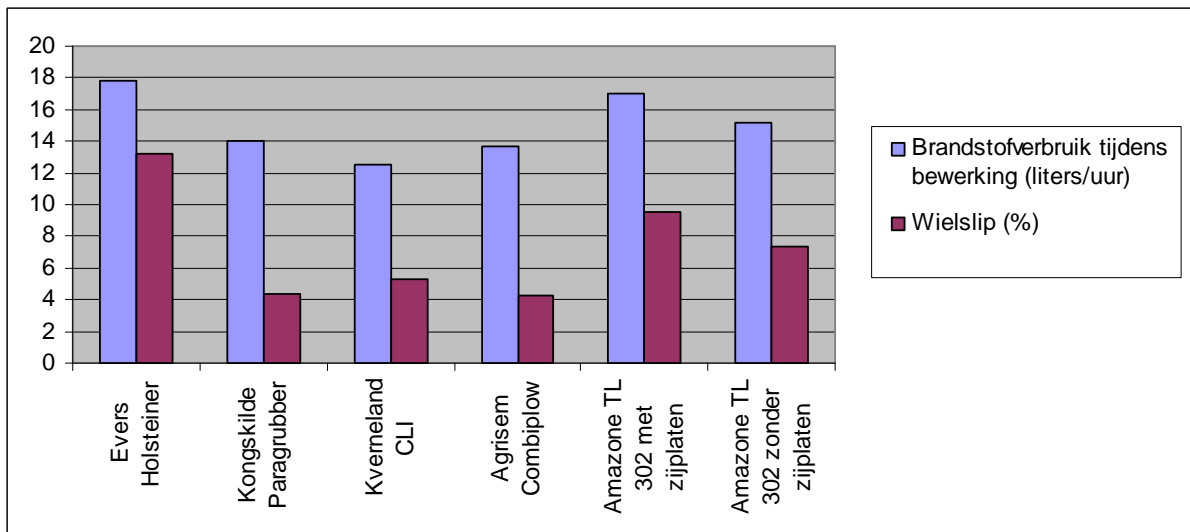


Fig. 9: Verband brandstofverbruik en wielslip

### Visuele beoordeling

#### Evers Holsteiner

De Holsteiner (afbeelding 6) veroorzaakt scheuren in zowel de horizontale als de verticale richting. De voet van de machine geeft wat oppervlakkige versmering van de grond bij de "voeten". Er ontstaat een wat klusterige, brokkelige bovengrond met weinig losse grond (afbeelding 7). De sleuf die door de tanden ontstaat is goed zichtbaar. Tussen en naast de tanden breekt de grond wat verkruid op. Opvallend was dat de 1<sup>e</sup> sleuf juist

dichtgedrukt was door de 2<sup>e</sup> rij tanden. De 2<sup>e</sup> sleuf stond dus open, terwijl de voorste dichtgedrukt was.



Afb. 6: Evers Holsteiner [eigen foto]



Afb. 7: Kluitige bovengrond na bewerking met Evers Holsteiner [eigen foto]

## Kverneland CLI

Het beeld dat de Kverneland CLI (afbeelding 8) laat zien is redelijk vlak bovengronds. Er is weinig grond opgegooid en er zijn weinig kluiten zichtbaar. Er vindt wel wat oppervlakkige versmering plaats, vooral rondom de voeten (onderkant) van de woeler, op 25-30 cm diepte. De versmering is vooral naar buiten gericht, naar binnen breekt de grond mooi kluitiger op. De grootte van de kluiten varieert van ca. 10 tot 30 cm. Het is goed te zien waar de tanden hebben gewerkt, in het midden is een duidelijk dal te zien.



Afb. 8: Kverneland CLI [eigen foto]

De tanden hebben stugge, verticale sleuven gemaakt en daartussen onregelmatig opgebroken. Scheuren zijn er niet of nauwelijks terug te vinden, hoewel wel te zien is dat de breukrichting in een hoek van 90 graden vanuit de tandkromming komt.

## Agrisem Combiplow

De Agrisem Combiplow (afbeelding 9) geeft bovengronds een mooi vlak beeld zonder kluiten. Op het breukvlak geeft de beitel wat oppervlakkige horizontale versmering. De grond is over zijn geheel losgesneden maar niet gemengd. Bovenin zijn er weinig scheuren zichtbaar, maar onderin zijn er zowel horizontale als verticale scheuren aanwezig.



Afb. 9: Agrisem Combiplow [eigen foto]

### **Kongskilde Paragrubber**

De Kongskilde Paragrubber (afbeelding 10) geeft nauwelijks versmering, een klein beetje rond de poot. Bovengronds ligt de bodem egaal en wat kleine kluiten. De tanden zorgen voor wat grove breukvlakken in een hoek van 90 graden op de tand. Het aantal breukvlakken neemt af naarmate er verder van de tand vandaan gekeken wordt.



Afb. 10: Kongskilde Paragrubber [eigen foto]

### **Amazone TL 302 met zijplaten**

De Amazone TL 302 (afbeelding 11) werkt vrij intensief, zeker bovenop. Er komen veel kleine kluiten en losse grond bovenop te liggen en de grond wordt flink opgegooid en opengebroke. Deze woelpoot 'mengde' de grond het meeste, de gewasresten waren het minst zichtbaar na bewerking. De woeler geeft weinig scheuren; wat meer horizontaal bij de voet (ca. 20 cm) en naar boven toe wat verticaler. De grond is opgelicht en weer teruggezakt. Er vindt oppervlakkig versmering plaats, boven en onder de voeten.



Afb. 11: Amazone TL 302 met zijplaten [eigen foto]

### **Amazone TL 302 zonder zijplaten**

De Amazone TL 302 (afbeelding 12) laat zonder zijplaten vrijwel hetzelfde beeld zien als met zijplaten, misschien zelfs nog wat grover. Op de plaats van de tand vindt op 15-25 cm diepte wat oppervlakkige versmering plaats over de hoogte van de tand. De grond wordt veel minder opgebroke dan met zijplaten en er ontstaan weinig tot geen scheuren. Er zijn wel scheuren zichtbaar maar het vermoeden bestaat dat deze al aanwezig waren en niet ontstaan zijn door de bewerking.



Afb. 12: Amazone TL 302 zonder zijplaten [eigen foto]

## **Conclusie**

Niet iedereen wil hetzelfde bereiken met woelen. De een ziet graag een flink opengebroken grond, een ander ziet juist liever niet teveel losgemaakte grond. Het is dan ook moeilijk een waardeoordeel te teven aan de resultaten. Er mag echter wel gesteld worden dat versmering, wielslip en een hoog brandstofgebruik altijd ongewenst zijn. De woelers zijn getest op kleigrond met een afslibbaarheid van 38%.

- Tussen de verschillende woelers blijken er grote verschillen in brandstofverbruik en percentage wielslip te zijn. Brandstofverbruik en wielslip lijken samen te hangen. Dit heeft echter geen relatie met de mate van opbreking en/of het aantal tanden. De brandstofefficiëntie verschilt dus ook erg. De Evers Holsteiner heeft ca 30% meer brandstof nodig om dezelfde mate van opbreking te bewerkstellingen ten opzicht van de Kongskilde Paragrubber en de Agrisem Combiplow. Het verkoopargument van Kongskilde Paragrubber en de "Dent Michel"-tanden, zoals gemonteerd op de Kverneland CLI, ten aanzien van het brandstofgebruik lijkt goed te kloppen. Ook de Agrisem Combiplow heeft aanzienlijk minder energie nodig dan de Evers Holsteiner en de Amazone TL 302. Het verschil tussen de Kverneland en de Evers was in de test meer dan 5 liter diesel per uur.
- Bovengronds zijn er eigenlijk geen grote verschillen zichtbaar. Bij de meeste woelers komt er weinig uit de ondergrond naar boven. De Evers Holsteiner brak zeer grof op en heeft éénmaal op de testbaan een flink gat gemaakt, zie afbeelding. Het voorschaartje wat op de poten van de Amazone zit werkt oppervlakkig versmeerde grond op.
- Alle woelers geven wel iets oppervlakkige versmering, vooral bij de beitels en zijplaten en soms ook langs de tand. Van de geteste woelers leek de Kongskilde Paragrubber onder deze omstandigheden iets minder grond te versmeren.
- Scheuren en breukvlakken zijn visueel vaak lastig te vinden, de grond lijkt snel terug te zakken in de oorspronkelijke positie. Wel maken de poten een verticale scheur. Bij het gebruik van horizontale beitels lijken er ook horizontale breukvlakken te zijn. De kromme poten van de Kverneland CLI en de Kongskilde Paragrubber lijken minder horizontale breukvlakken te geven.
- Brede beitels of zijplaten gaan soms moeilijk de grond in. De Alpego Delta kwam onder de gegeven omstandigheden zelfs niet in de grond. De brede, platte beitels zonder ondersteek ondervonden te veel weerstand. Ook de Amazone TL 302 met brede beitels had hier last van; deze kwam moeilijker op diepte dan de overige woelers. Zonder zijplaten had de woeler hier geen last van. De andere woelers gingen eenvoudig de diepte in.

## **Bijlage I: Opzet woelertest**

### **Achtergrond**

In Nederland wordt het land vrijwel standaard geploegd of gespit, waardoor het bodemleven verstoord wordt en de natuurlijk opgebouwde bodemstructuur kapot gemaakt wordt. Hierdoor vermindert de bodemvruchtbaarheid en zoals in Limburg al geconstateerd is levert het ook erosiegevaar op. De ploegzool vormt een probleem ten aanzien van de waterafvoer; doordat deze laag moeilijk water doorlaat blijft het land lang nat.

Uit onderzoek is al gebleken dat toepassing van Niet Kerende Grondbewerking (NKG) duidelijke voordelen heeft. Één van de grondbewerkingen die kunnen worden toegepast in een systeem van NKG is woelen. Woelen heeft diverse functies die nauw met elkaar samenhangen:

- Het opheffen van ernstige sporen/ bodemverdichting ontstaan tijdens oogst
- Zorgen dat de waterberging tijdelijk hoger is waardoor er zeker geen wateroverlast ontstaat
- Het voorkomen van anaerobe omstandigheden in de bodem.

Het is hierbij belangrijk dat de woeler de grond zeker niet teveel verstoort. In feite moet de woeler dus zo min mogelijk doen in de grond, maar toch het gewenste resultaat geven. De vraag is hier echter; welk type woeler en welk type woeltanden zijn nu het meest geschikt voor deze toepassing?

Doel van deze demo is om inzicht te krijgen in het bewerkingseffect van verschillende woelerconstructies (ruimte tussen de tanden, vorm van de tanden, breedte en vorm van de beitels). Daarnaast wordt bekeken welke constructie het meest geschikt is voor bovenstaand doeleinde. Ook wordt er gekeken naar het brandstofverbruik.

### **Achtergrond proefperceel**

Het perceel waarop de proef uitgevoerd wordt ligt in Mookhoek (Zuid-Holland). Het is een kleigrond met een afslibbaarheidspercentage van 35-40%. Het bodemtype is een jonge kalkrijke/kalkhoudende zeekleigrond, humusarm en ondiep matig humeus, aflopend of homogeen kleilig zand en sterk zandige klei. Op het perceel hebben het afgelopen seizoen bonen gestaan gestaan, in 2008 tarwe en in 2007 gerst. De afgelopen jaren is het perceel geploegd.

De ploegzool bevindt zich op ca. 30 cm diepte.

### **Proefopzet**

De test wordt enkel uitgevoerd met voorzetwoelers, maar zonder werktuigen erachter. Dit omdat de test enkel is opgezet om te bekijken wat de woeler doet, zonder het effect van de volgende werktuigen.

De woelers die getest worden zijn:

- Kongskilde Paragrubber
  - Werkbreedte: 3 meter
  - Aantal tanden: 6 (vrije doorlaat 50 cm)
  - Werkdiepte: <50 cm
- Amazone TL 302 met beitels
  - Werkbreedte: 3 meter
  - Aantal tanden: 4 (vrije doorlaat 75 cm)
  - Werkdiepte:
- Amazone TL 302 zonder beitels
  - Werkbreedte: 3 meter

- Aantal tanden: 4 (vrije doorlaat 75 cm)
- Werkdiepte: <40 cm
- Alpego
  - Werkbreedte: 3 meter
  - Aantal tanden: 4 (vrije doorlaat 75 cm)
  - Werkdiepte:
- Evers Holsteiner
  - Werkbreedte: 3 meter
  - Aantal tanden: 4 (vrije doorlaat 75 cm)
  - Werkdiepte: <40 cm
  - Smalle beitels (6 cm)
- Kverneland CLI
  - Werkbreedte: 3 meter
  - Aantal tanden: 4 (vrije doorlaat 75 cm)
  - Werkdiepte: <40 cm
- Agrisem
  - Werkbreedte: 3 meter
  - Aantal tanden: 4 (vrije doorlaat 75 cm)
  - Werkdiepte: <40 cm

Elke woeler woelt een stuk van 90 meter op 5 cm onder de ploegzool (35 cm). Door middel van een profielkuil wordt er vervolgens bekeken wat het effect is van de bewerking. Daarnaast wordt het effect bovengronds beoordeeld.

Er wordt getest op een kleigrond van 40% afslibbaarheid. De trekker die gebruikt wordt is een John Deere 6830 van 165 pk. De test vindt plaats in het najaar, dit omdat het woelen binnen NKG na de oogst plaatsvindt, in dezelfde werkgang met het zaaien van groenbemesters.

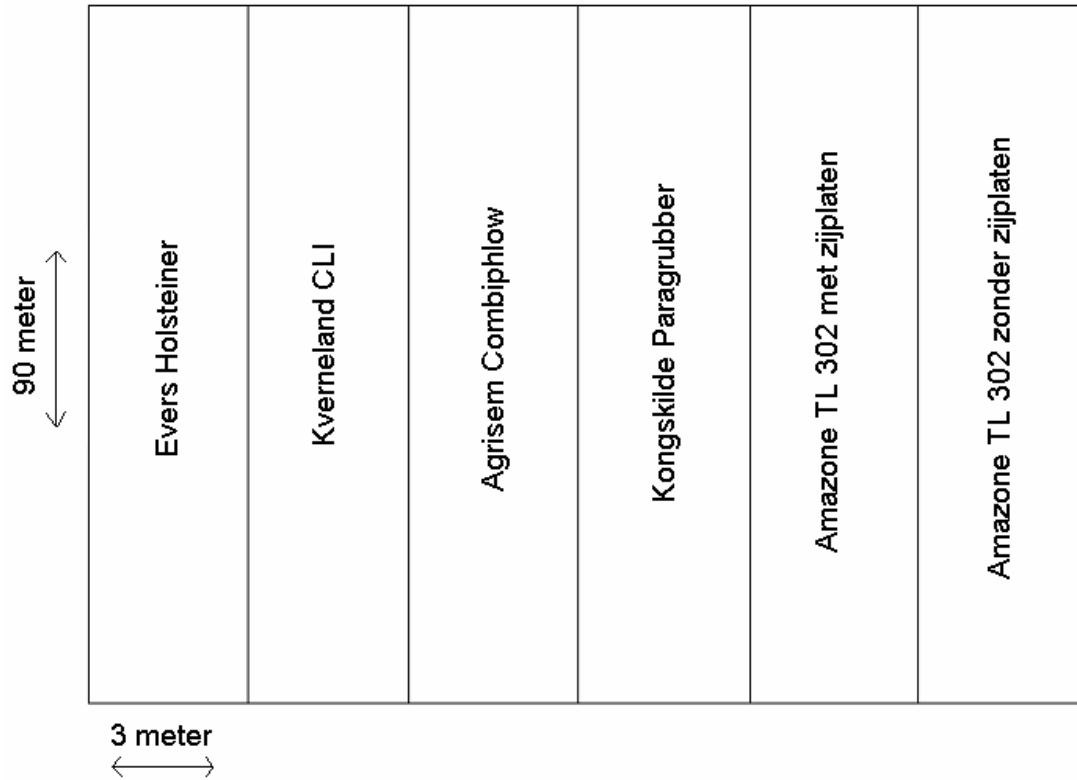
Er werd visueel beoordeeld op:

- hoe diep werkt de woeler?
- hoe ziet het er boven de grond uit? (menging, vlaklegging, kluiten)
- in welke mate vindt er versmering plaats en zo ja, in welke mate?
- de mate van opbreken wordt beoordeeld bij de tanden en naast de tanden
- de mate van verstoring; in hoeverre breekt de grond op?
- de ontstane poriën en de vorm hiervan worden bekeken (zijn deze horizontaal of verticaal?)

Hiertoe wordt een formulier ingevuld.

Daarnaast wordt het brandstofverbruik van de trekker gemeten met behulp van een digitale brandstofmeter op de trekker en wordt het percentage wielslip gemeten. Door middel van een profilometer wordt bepaald hoe diep de woeler in de grond heeft gewerkt.

De opzet van de test is als volgt;



Hierbij wordt er gekeken hoeveel meter de trekker heeft gereden als het wiel 5 keer rond is geweest en het brandstofverbruik wordt zo vaak mogelijk genoteerd. De rijsnelheid wordt constant gehouden op 4 km/uur.