

Resultaten Perceel Centraal 2009

Verslag van de proeven op proefbedrijf 't Kompas te Valthermond

Klaas Wijnholds

Wim van den Berg

Jan Nammen Jukema

© 2008 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.



Perceel Centraal is een samenwerkingsverband tussen Agrifirm, HLB, IRS en PPO en bij het project zijn circa 30 telers aangesloten. Perceel Centraal wordt mede mogelijk gemaakt door een financiële bijdrage van Samenwerkingsverband Noord-Nederland EZ/KOMPAS en het ministerie van LNV en het SIO.



Projectnummer: 3250052400

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 29 11 11
Fax : 0320 - 23 04 79
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

INLEIDING	5
1 MATERIALEN EN METHODEN.....	7
1.1 LORIS®	7
1.2 Spurway.....	7
1.3 Penetrogger	8
2 PROEFOPZET	9
2.1 Stikstofproeven	9
2.1.1 Zomergerst perceel 69A	9
2.1.2 Zetmeelaardappelen perceel EK1	9
2.2 pH proef in zomergerst perceel 69A	10
2.3 Moddus proef in zomergerst.....	10
2.4 Grondbewerkingsproef aardappelen perceel 70A	10
2.5 Variatie binnen percelen	11
2.5.1 Verklaring opbrengstvariatie 2009	11
2.5.2 Indringingsweerstand	11
3 RESULTATEN	12
3.1 Resultaten stikstofproeven.....	12
3.1.1 Blokkenproeven zomergerst perceel 69A	12
3.1.2 Effect variabel bemesten in het volgende seizoen.....	14
3.1.3 Blokkenproef aardappelen perceel EK1	15
3.2 Resultaten pH proeven zomergerst	16
3.3 Grondbewerkingsproef aardappelen	17
3.3.1 Grondbewerkingsproef “voorop”	17
3.3.2 Grondbewerkingsproef “achterop”.....	20
3.3.3 Vergelijking van de beide proeflocaties	24
3.4 Variatie binnen percelen	29
4 SLOTBESCHOUWING	32

Inleiding

Binnen het project "Perceel Centraal" vormt een biomassakaart met behulp van LORIS ® de basis van de zoektocht naar een optimaal teeltrendement. Een perceel wordt vroeg in het teeltseizoen gescand waarna een biomassakaart ontstaat. Ieder gebrek of overschot waaraan een plant wordt blootgesteld uit zij in dit stadium van haar ontwikkeling in de groei en kleur van het blad. Met een biomassakaart worden de verschillen binnen een perceel meetbaar, stuurbaar en waardeerbaar. De oorzaken van deze verschillen kunnen uiteenlopen van een te hoge of juist een te lage pH, structuurproblemen, aaltjeshaarden, nutriëntentekort, etc.

Perceel Centraal is een samenwerkingsverband tussen Agrifirm, HLB, IRS en PPO en wordt medegefinancierd door het Samenwerkingsverband Noord Nederland, EZ/Kompas en het ministerie van LNV.

Perceel Centraal is gestart in 2006 en in dat eerste jaar is geïnventariseerd wat de variatie binnen percelen nu werkelijk is. Er is in beeld gebracht wat de variatie is in biomassa, opbrengst en kwaliteit. Die data is geanalyseerd op mogelijke verbanden. De resultaten daarvan stonden aan de basis voor het plan van aanpak voor teeltjaar 2007. Hierop is in 2008 verder geborduurd, hier en daar aangescherpt en/of aangevuld met bevindingen vanuit teeltjaar 2007.

Hoofdstuk 1 beschrijft de gebruikte materialen en methoden. In hoofdstuk 2 wordt de opzet van de diverse proeven besproken. Hoofdstuk 3 is gereserveerd voor de resultaten en in hoofdstuk 4 volgt er een slotbeschouwing van 4 jaar perceelcentraal.

1 Materialen en methoden

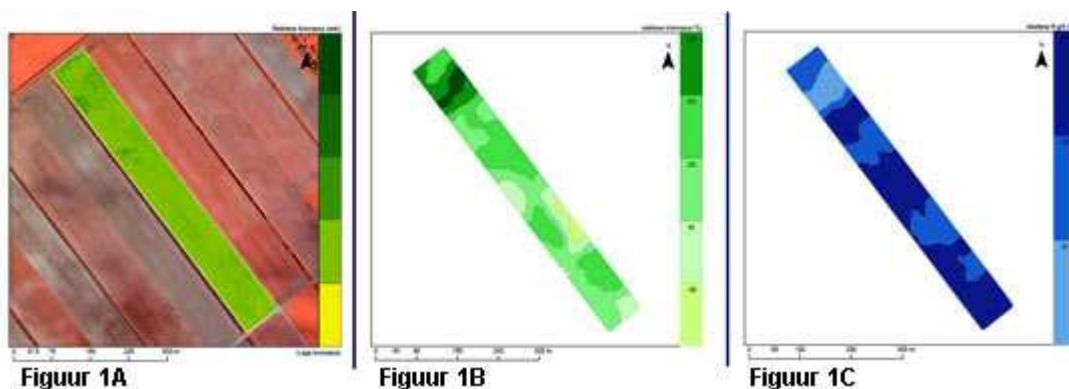
Binnen de proeven is gebruik gemaakt van de onderstaande materialen en methoden.

1.1 LORIS®

De conditie van de bodem uit zich in de stand van uw gewas. LORIS® brengt verschillen in gewasontwikkeling nauwkeurig in kaart door opnames te maken van biomassa. Er wordt met deze biomassakaarten inzicht verkregen in de zwakke en sterke punten binnen een perceel. Zo kan plaats specifiek een perceel en daarmee de oogst geoptimaliseerd worden.

Om de gewasprestaties te verbeteren moeten telers hun bodemmanagement precies kunnen sturen. Door het maken van een infrarood luchtfoto of een satellietbeeld kan LORIS® de verschillen in gewasontwikkeling binnen percelen laten zien. De luchtfoto of satellietbeeld wordt o.a. omgezet in een biomassazonekaart (figuur 1B). Deze kaart is de basis voor een indicatief (bij)bemestingsadvies en/of structuurverbeteringen. Niet waarneembare verschillen met het oog worden wel duidelijk zichtbaar door biomassakaarten (figuur 1A).

Akkerbouwers die gebruik maken van LORIS® ontvangen naast een biomassa- en een biomassazonekaart een indicatief bijbemestingsadvies (Figuur 1C). In dit advies wordt aangegeven hoe de meststof het beste verdeeld kan worden om tot een optimaal resultaat te komen. Om met LORIS aan de slag te gaan is in principe geen investering in machines nodig.



Het voordeel voor de teler

- Gericht inzicht in de variatie binnen het perceel
- Hogere opbrengst door homogener gewas
- Optimaliseren van grondbewerking, bemesting, structuur etc.
- Biomassazonekaart die meerdere jaren in alle gewassen ingezet kan worden

1.2 Spurway

Door middel van dit grondonderzoek wordt vastgesteld hoeveel van de voedingsstoffen in een bodem voor de plant opneembaar zijn. Bij de Spurway grondanalyse wordt een extractievloeistof gebruikt die opnamecapaciteit van een plantenwortel goed nabootst. Op deze manier kan worden vastgesteld of een gewas voldoende van de belangrijkste voedingsstoffen beschikbaar heeft. Een element kan namelijk ook in een niet opneembare vorm in de bodem aanwezig zijn. Dit bodemonderzoek kan zowel vóór als tijdens een teelt worden uitgevoerd. Vóór de teelt om de voedingstoestand op niveau te brengen, tijdens de teelt ter beoordeling van eventuele noodzakelijke bijsturing via bodem- of bladbemesting. Analysecijfers worden gewaardeerd aan de hand van streefcijfers die niet gewasspecifiek zijn. De onderbouwing van de waardering van de beschikbare hoeveelheden per nutriënt voor een gewas komt voort uit proeven in een groot aantal gewassen op diverse grondsoorten in meerdere jaren. Het vermelde advies wordt afhankelijk van het te telen gewas weergegeven.

1.3 Penetrologer

De indringingsweerstand van de bodem wordt gemeten met een penetrologer en is een maat voor de dichtheid of de draagkracht van de grond. Een (te) hoge dichtheid kan problemen opleveren voor de groei van landbouwgewassen. Een bodemlaag die sterk is verdicht belemmert de beworteling van gewassen en onder natte omstandigheden de zuurstofvoorziening van de wortels.



Een te lage indringingsweerstand geeft echter te weinig draagkracht voor berijding met machines.

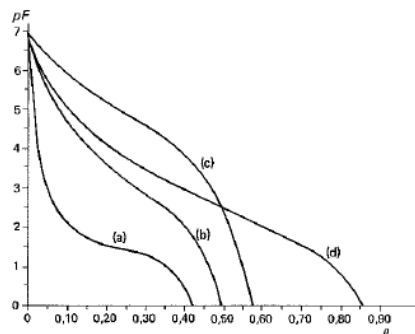
Bij de penetrologer wordt een conus van 1 cm² en een tophoek van 30° in de grond gedrukt (zie foto). De kracht die nodig is om dit te doen is de indringingsweerstand en wordt uitgedrukt in Mpa

Op basis van meerjarig onderzoek is er een vuistregel ontwikkeld die luidt dat bij een indringingsweerstand > 3 MPa de dichtheid zo hoog wordt dat wortels last ondervinden en moeilijk kunnen groeien..

Om een betrouwbare meting te kunnen doen is de vochtigheid van de bodem van

groot belang. Als de grond droger wordt, neemt de indringingsweerstand namelijk sterk toe. Het ideale vochtgehalte voor het meten van de indringingsweerstand verschilt per grondsoort. Voor alle gronden geldt echter dat onder veldcapaciteit de metingen het best vergelijkbaar en het meest betrouwbaar zijn

In de figuur is het verloop van het vochtgehalte bij verschillende mate van uitdroging weergegeven (de pF curve) van vier grondsoorten: a) duinzand, b) löss, c) zware rivierklei en d) veen mosveen grond. Op de verticale as staat de mate van uitdroging uitgedrukt als pF waarde en op de horizontale as het bodemvochtgehalte. Bij pF waarde 0 is de grond met water verzadigd en zijn alle poriën met water gevuld. Het bodemvochtgehalte bij verzadiging is gelijk aan het deel van de grond dat uit poriën bestaat. Het vochtgehalte bij pF 2 wordt veldcapaciteit genoemd en is, in de praktijk, de hoeveelheid vocht die in de grond achterblijft als na een zware bui het water zover is uitgezakt dat de drains niet meer lopen. Het vochtgehalte bij pF 2 verschilt per grondsoort. Planten kunnen het vocht aan de grond onttrekken tot pF 4,2.



Alle deelnemende percelen van proefbedrijf het Kompas zijn binnen het project PerceelCentraal in het voorjaar van 2007 gemeten met de penetrologer onder veldcapaciteit. Dit heeft geresulteerd in een betrouwbare set data die ook als referentie dienen voor het vaststellen van relaties met bijvoorbeeld opbrengst in de jaren 2008 en verder.

Daarnaast zijn ook meerdere praktijkpercelen van telers gemeten met deze apparatuur. Bij de metingen zijn tevens de GPS coördinaten vastgelegd.

2 Proefopzet

Binnen het project Perceel Centraal worden 4 percelen 4 jaar lang gevolgd door middel van LORIS®. Op deze percelen wordt het traditionele veenkoloniale bouwplan geteeld (aardappelen, suikerbieten, aardappelen, zomergerst).

Op de 4 percelen concentreert zich het onderzoek naar enerzijds de zoektocht naar de oorzaak van perceelsvariatie en anderzijds het bepalen van de juiste strategie ten einde die variatie te verkleinen.

2.1 Stikstofproeven

Uit de onderzoeksresultaten van eerdere jaren bleek dat het organische stof percentage (OS%) (direct dan wel indirect) een belangrijke veroorzaker is van de variatie binnen percelen. Organische stof is in een korte tijd echter moeilijk gelijk te trekken en dus is er gekeken waarop organische stof invloed heeft en of hier op gestuurd kan worden. Op de veenkoloniale gronden gaat een laag OS% vaak gepaard met zandkoppen en een hoog OS% gaat vaak gepaard met veenlaagtes. Er is dus verschil in vochtvoorziening. Ook hierop is moeilijk te sturen. Naast het verschil in vochtvoorziening heeft het OS% ook effect op de mineralisatie gedurende het seizoen. Stikstof (N) is een zeer belangrijke groeistof voor planten en is met behulp van precisielandbouw, in de vorm van een variabele N-gift, eenvoudig te variëren. De vraag in welke mate de gift gevarieerd zou moeten worden is echter nog onbeantwoord, evenals de vraag waarop deze gevarieerd zou moeten worden. Dit deelonderzoek binnen het project is dusdanig opgezet dat een antwoord op de vraag gegeven kan worden of er op basis van biomassa-kaarten vanuit het verleden een plaatsspecifiek bemestingsadvies kan worden verstrekt welke van positieve invloed is op het rendement van de telers.

2.1.1 Zomergerst perceel 69A

Op twee plekken binnen het perceel zijn N-proeven aangelegd. De proeven bestaan uit bemestingstrappen van respectievelijk 0, 50, 90 en 130 kg N/ha. De objecten zijn in 4 herhalingen aangelegd.

De drie proeven zijn op verschillende OS percentages aangelegd. De OS percentages bedragen 14 en 18 procent.

Tijdens het groeiseizoen is op verschillende momenten de stand van het gewas bepaald, daarnaast is ook het % legering beoordeeld. Bij de oogst is de opbrengst bepaald, evenals vocht, eiwit en volgerst. Ook is tijdens de oogst bepaald wat de achtergebleven hoeveelheid N-mineraal is in de bodem.

Naast de blokkenproeven is er ook geëxperimenteerd met strokenproeven. In de strokenproeven worden 3 stroken met een standaard bemesting vergeleken met drie stroken die variabel zijn bemest.

Tot slot is ook geëxperimenteerd in de N-trappen proeven van de aardappelen uit 2008. De proeven bestaan uit bemestingstrappen van respectievelijk 0, 140, 200 en 260 kg N/ha, aangelegd in 2008. In 2009 is gekeken of deze giften uit 2008 effect hebben op de opbrengst van het gewas in 2009. Daartoe zijn alle 4 herhalingen egaal bemest als de standaard van het perceel met 90 kg N/ha. Aan het eind van het seizoen is de opbrengst en de kwaliteit bepaald van de verschillende objecten.

2.1.2 Zetmeelaardappelen perceel EK1

Op twee plekken binnen het perceel zijn N-proeven aangelegd. De proeven bestaan uit bemestingstrappen van respectievelijk 0, 140, 200 en 260 kg N/ha. De objecten zijn in 4 herhalingen aangelegd.

De twee proeven zijn op respectievelijk 22 en 13% OS aangelegd.

Tijdens het groeiseizoen is op verschillende momenten de stand van het gewas bepaald. Bij de oogst zijn bepalingen gedaan ten aanzien van opbrengst, het onderwatergewicht en diverse knolgebreken.

2.2 pH proef in zomergerst perceel 69A

Op dit perceel (suikerbieten in 2007, zetmeelaardappelen in 2008) zijn 2 proeven aangelegd met verschillende doseringen kalk. De dosering kalk is berekend met behulp van de kalkfactor. De kalkfactor is de hoeveelheid neutraliserende waarde (NW) of CaO, die moet worden gegeven om de pH met 0,1 te verhogen per 10 cm bouwvoordikte. De kalkwaarde is afhankelijk van het humus%. Op basis van de pH waarden en het organische stof % van het grondonderzoek uit 2006 in vergelijking tot de streefwaarde van de pH kon worden berekend hoe groot de kalkfactor is. De giften zijn zodanig berekend dat een vergelijking kan worden gemaakt tussen niet bekalkt, bekalkt conform het advies voor het perceel en het advies voor de specifieke proefplek op basis van de plaats specifieke informatie. Dit heeft geresulteerd in de volgende kalkgiften voor de beide proeven. Voor een proef op een plek met hogere pH volstond een kalkgift van 2 ton/ha (perceelsadvies = plotadvies) en een referentieobject van 0 ton/ha, het OS% van dit hoog gelegen deel van het perceel bedroeg 13.1 % en de pH bedroeg 5.0 De tweede proef, gelegen op een lager deel van het perceel met een OS% van 12.5 % en een pH van 4.7 bestond uit 0 ton/ha, 2 ton/ha (perceelsadvies) en 10 ton/ha als advies voor de proefplek. De kalkproef is in 2007 al aangelegd en gemonitord in suikerbieten, in 2008 werd de proef wederom gevolgd, dit keer in aardappelen. In 2009 is de proef voor het derde jaar gevolgd, dit keer met als gewas zomergerst. Tijdens het groeiseizoen zijn diverse veldwaarnemingen uitgevoerd en is de relatieve biomassa van de afzonderlijke objecten berekend. Bij de oogst zijn opbrengst- en kwaliteitsbepalingen uitgevoerd.

2.3 Moddus proef in zomergerst

De moddus proef is ontstaan uit een analyse van de LORIS biomassakaarten uit eerdere jaren. Vanuit de N-proeven bleek dat op plekken waar de biomassa op het moment van meten boven de 100% was, het legeringsrisico enorm toenam. Hierbij werd opgemerkt dat dit risico hoger was op de meer humeuze plekken van het perceel. Om dat risico te beperken zou er gespoten moeten worden met Moddus om zo het gewas te bewapenen tegen deze verhoogde kans op legering.

Op de biomassa kaarten van 2009 was de biomassa boven de 100% op de zanderige plekken binnen het perceel, dit strookt niet met de normale praktijk in een seizoen. Daarom is ervoor gekozen om de biomassa kaarten van 2006 te nemen als uitgangspunt. Op de plekken waar de biomassa in dat jaar boven de 100% is, is moddus gespoten, de andere delen zijn niet behandeld. Deze opzet is vergeleken met een onbehandeld veld. Daar waar Moddus is gespoten is een dosering van 0,3 ltr/ha gebruikt. Op de plaats specifieke banen was er dus de optie van geen Moddus of 0,3 ltr/ha Moddus.

2.4 Grondbewerkingsproef aardappelen perceel 70A

Vanuit zowel de analyse op praktijkpercelen als ook de analyse van de oorzaak van variatie binnen de proefpercelen kwam en komt naar voren dat de indringingsweerstand een belangrijke verklarende factor is. De indringingsweerstand wordt gemeten met een penetrologger en is een maat voor de wortelbaarheid van het gewas. Er is geconstateerd dat de indringingsweerstand binnen een perceel van plaats tot plaats sterk kan variëren. Om inzicht te krijgen in de effecten van verschillende manieren van grondbewerking in het najaar is hiervoor een proef opgezet op een perceel op proefboerderij 't Kompas te Valthermond. Er zijn objecten aangelegd met een woeler (60 cm diepte), een vaste tand cultivator (45 cm diepte) en zijn er plotten niet bewerk.

Voor het uitvoeren van de bewerkingen is de indringingsweerstand gemeten zodat er een beginsituatie geschetst kan worden. Na de bewerkingen is een groenbemester ingezaaid om maximaal effect te creëren. In het voorjaar is de indringingsweerstand wederom gemeten om zo de effecten van de verschillende bewerkingen helder te krijgen. Vervolgens worden er in het gewas metingen gedaan om te zien of de planten werkelijk last hebben van storende lagen. Er zijn onder andere wortelhoeveelheden bepaald in ieder object op verschillende diepten in de bodem.

2.5 Variatie binnen percelen

2.5.1 Verklaring opbrengstvariatie 2009

Op exact dezelfde locaties als in 2006, 2007 en 2008 zijn op drie van de vier percelen 20 á 25 plotjes beoordeeld op opbrengst en kwaliteit. Een aantal plotjes uit 2006, 2007 en 2008 is komen te vervallen omdat hier in 2007, 2008 of 2009 proeven op lagen. Naast de opbrengstbepaling zijn na de oogst grondmonsters genomen op deze locaties om te kunnen bepalen wat de oorzaak is geweest van de variatie in opbrengst. In het seizoen is een biomassaopname met behulp van LORIS gemaakt van het perceel om binnen het perceel de variatie qua gewasontwikkeling te bepalen. Aan de hand van deze perceelskaart is de gemiddelde biomassa van de afzonderlijke plotjes bepaald.

2.5.2 Indringingsweerstand

Van de vier deelnemende percelen aan het project is in mei 2007 op ongeveer 130 willekeurige plekken per perceel de indringingsweerstand gemeten met behulp van een penetrologger. Van al deze locaties is de positie bepaald met behulp van RTK-GPS zodat ook een goed beeld verkregen kan worden van de geografische variatie. Van iedere cm tot op een diepte van 80 cm is de indringingsweerstand bepaald. Door de data te bewerken is de diepte bepaald waarop de indringingsweerstand 300 bedraagt en de diepte waarop de indringingsweerstand 500 bedraagt. Bij 300 ondervinden planten moeite om dieper te wortelen. Bij 500 is het voor planten onmogelijk om nog dieper te wortelen. Hoe dieper deze weerstanden gemeten worden hoe gunstiger het is voor de beworteling van de bodem. Deze data wordt vergeleken met de biomassa en de opbrengst over 2009 zodat een indruk ontstaat van het effect van storende lagen op de gewasontwikkeling en de opbrengst.

3 Resultaten

De plannen op het proefbedrijf over het jaar 2009, zoals beschreven in hoofdstuk 2, hebben geresulteerd in de volgende projectresultaten.

3.1 Resultaten stikstofproeven

De resultaten van zowel de zomergerst als ook de aardappelen zullen in deze paragraaf besproken worden.

3.1.1 Blokkenproeven zomergerst perceel 69A

Op twee plekken binnen het perceel zijn trappenproeven aangelegd. De locaties van de proeven zijn uitgezocht met behulp van de biomassa kaart van het perceel uit 2006. Die kaart geeft een goed beeld van de variatie in gewasontwikkeling binnen het perceel. Kijkend naar het OS% op de beide proefplekken dan bedraagt het organische stof gehalte respectievelijk 14 en 18% voor de beide proeven.

Tabel 1: Resultaten van de N-trappen op perceelsdeel met \pm 14% OS

Object	Stikstofgift	Kg/ha	Vocht %	Eiwit	Volgerst	Doorval
N0	0	6393	13.2	10.9	97.7	0.9
N1	50	7581	12.3	10.8	97.9	0.9
N2	90	8225	12.2	11.2	96.6	1.2
N3	130	8210	11.8	11.7	95.1	1.3

De hoogste opbrengst wordt behaald bij een stikstofgift van 90 kg per hectare. Het hoogste percentage volgerst en het laagste percentage doorval wordt behaald bij een stikstofgift van 50 kg per hectare. Bij een gift van 130 kg N/ha begint het eiwitgehalte toe te nemen. Dat is logisch te verklaren, bij een grotere hoeveelheid stikstof beschikbaar en gelijkblijvende opbrengst (N2 ten opzichte van N3) is er voor de plant meer stikstof beschikbaar wat omgezet wordt naar eiwit. Sowieso nemen we een stijgend eiwit percentage waar bij een toename van de N-beschikbaarheid.

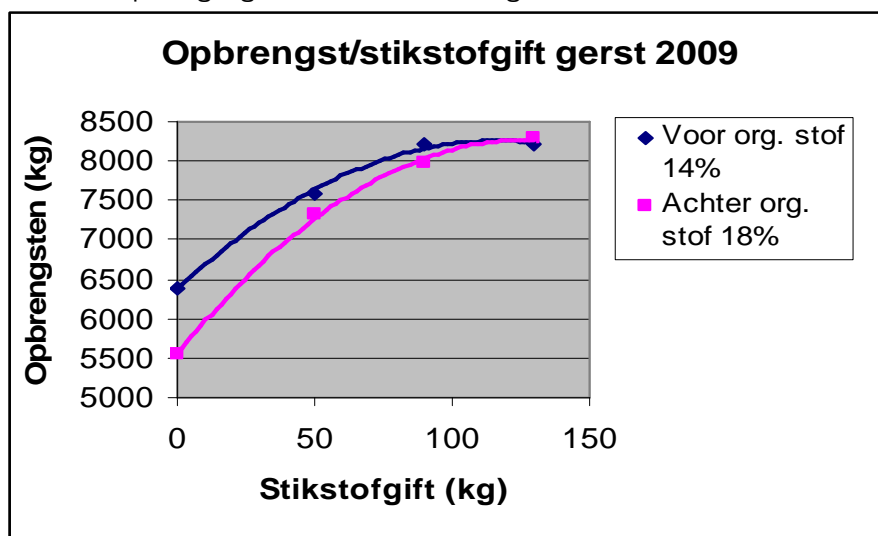
Tabel 2. Resultaten van de N-trappen op perceelsdeel met \pm 18% OS

Object	Stikstofgift	Kg/ha	Vocht %	Eiwit	Volgerst	Doorval
N0	0	5540	11.8	10.3	97.8	1.0
N1	50	7318	11.4	10.0	98.0	0.9
N2	90	7979	11.5	10.5	98.0	0.9
N3	130	8293	11.3	11.1	96.8	1.2

Bij een stikstof gift van 130 kg wordt de hoogste kg opbrengst/ha behaald. Bij deze stikstofgift hoort wel het laagste percentage volgerst en daardoor het hoogste percentage doorval. Bij alle objecten blijft het eiwitpercentage keurig beneden de door de markt gestelde norm van 11,5%, wel zien we een oplopend schema.

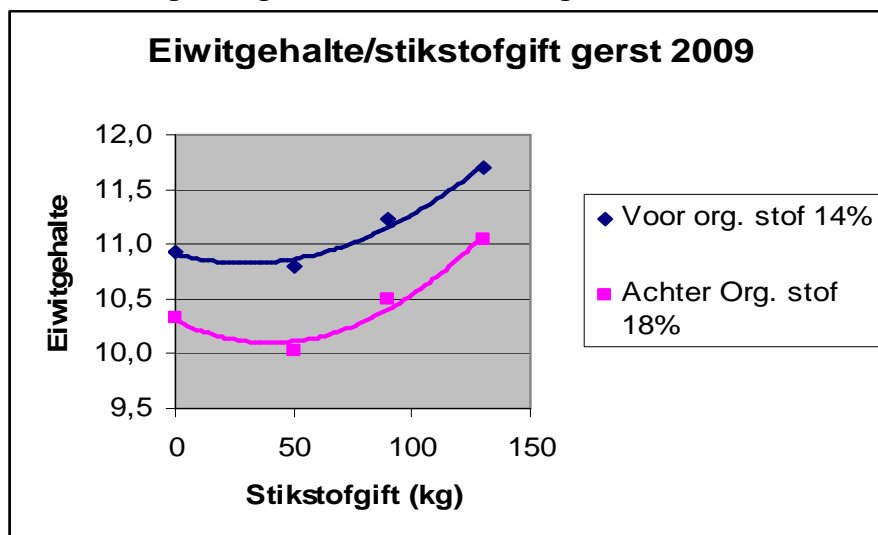
De resultaten van de proef uit tabel 2 vergeleken met die uit tabel 1 geeft een duidelijk verschil in opbrengsten, met name tussen de lagere N-trappen. Bij een gift van 130 kg N/ha zijn de opbrengsten van beide proeven nagenoeg gelijk, de proef uit tabel 1 echter realiseert diezelfde opbrengst al bij een lager N-niveau. Het OS% is bij de proef uit tabel 1 lager als die uit tabel 2, het lijkt dus geen verschil in mineralisatie te zijn. Kennelijk is er een andere bodemparameter die bij deze proef zorgt voor een betere benutting van de beschikbare stikstof. Om daar een uitspraak over te kunnen doen is het nodig om ook andere parameters als het organische stof% mee te nemen. In paragraaf 3.3 wordt hier verder op in gegaan.

Grafiek 1: Opbrengst gerelateerd aan stikstofgift in 2009



Bij een stikstofgift van rond de 125 kg per hectare wordt op het hele perceel een gelijke opbrengst behaald. Beneden de stikstofgift van 125 kg per hectare wordt er meer gerst geoogst op de plekken waar het organische stof het laagste is op perceel 69A. De grafiek geeft prachtig weer dat de N-proef voor op het perceel met het lagere OS% efficiënter omgaat met de beschikbare stikstof als dat de proef achter op het perceel, met 18% OS dat doet. De proef voor behaalt met 90 kg N/ha de maximale opbrengst reeds terwijl de proef achter 130 kg N/ha nodig heeft om datzelfde resultaat te behalen.

Grafiek 2. Eiwitgehalte gerelateerd aan de stikstofgift in 2009



Tot een stikstofgift van 50 kg per hectare daalt het eiwitgehalte op het hele perceel ten opzichten van object 0 (geen stikstofgift). Boven de 50 kg stikstof stijgt het eiwitgehalte weer over het hele perceel. Bij elke stikstofgift blijkt dat het eiwitgehalte op de plek met een lager OS% hoger is dan op de plek in het perceel met een hoger OS%. Dit beeld komt overeen met de verklaring bij grafiek 1 dat de proef voor op het perceel efficiënter met stikstof omgaat. Op die betreffende proef worden met dezelfde N-gift hogere opbrengsten gerealiseerd gepaard met hogere eiwitpercentages. Beide resultaten geven een duidelijk signaal dat op die betreffende plek de stikstof beter benut wordt.

3.1.2 Effect variabel bemesten in het volgende seizoen

Op de biomassa kaarten van een jaar later zijn de stikstofproeven van een jaar hiervoor soms nog duidelijk te zien zo bleek uit een biomassakaart uit 2008 in zomergerst waar de N-trappen van de proeven in de aardappelen het jaar ervoor duidelijk herkenbaar waren. Reden te meer om te onderzoeken in welke mate de N-gift uit 2008 bepalend is voor de opbrengst in 2009 bij een egale bemesting in dat jaar. Als basis werden de N-trappen uit 2008 gebruikt in de N-proeven in aardappelen. In 2008 heeft op perceel 69A een drietal stikstofproeven gelegen in het gewas zetmeelaardappelen.

In 2008 zijn verschillende stikstoftrappen aangelegd: 0 kg, 140 kg, 200 kg en 260 kg per hectare.

Tabel 3. Per object de N-gift van 2008 en 2009 in relatie tot opbrengst en kwaliteit voor op perceel

Object	N-gift 2008 kg/ha	N-gift 2009 kg/ha	Opbrengst kg/ha	Vocht %	Eiwit %	Volgerst %	Doorval %	Legering
N0	0	90	8108	12,6	10,7	97,6	0,8	10
N1	140	90	8293	12,7	10,7	97,5	0,7	9
N2	200	90	8307	12,5	10,4	98,2	0,6	10
N3	260	90	8334	12,6	10,8	97,4	0,8	9

Bij de proef ON1 wordt bij object N3 de hoogste opbrengst behaald bij een stikstofgift in 2008 met 260 kg en in 2009 met een stikstofgift van 90. Uit tabel 3 komt naar voren dat als er in 2008 minder stikstof is gestrooid de opbrengst in het volgende gewas een jaar later lager is, zij het met kleine verschillen. Tussen de hoogste opbrengst (object N3) en de laagste opbrengst (object N0) is er een verschil in opbrengst van 226 kg per hectare. Bij object N3 is het eiwitgehalte het hoogste in deze proef en het volgerst percentage het laagste. In deze proef zijn overigens geen significante verschillen waarneembaar.

Tabel 4: Per object de N-gift van 2008 en 2009 in relatie tot opbrengst en kwaliteit midden op perceel.

Object	N-gift 2008 kg/ha	N-gift 2009 kg/ha	Opbrengst kg/ha	Vocht %	Eiwit %	Volgerst %	Doorval %	Legering
N0	0	90	8043	11,2	9,9	98,4	0,9	10
N1	140	90	8053	11,3	10,1	98,4	0,8	10
N2	200	90	8323	11,1	10,0	97,9	1,1	10
N3	260	90	8142	11,3	10,1	98,2	1,0	10

Bij de proef midden op het perceel 69A wordt de hoogste opbrengst behaald met een stikstofgift in 2008 van 200 kg/ha. Bij object N2 is het percentage volgerst het laagst. In deze gehele proef is geen sprake van legering. De verschillen in opbrengst bedragen hier enkele honderden kg's/ha tussen N2 en de overige objecten, qua eiwitpercentage zijn de verschillen nihil. Er is geen sprake van significante verschillen tussen de objecten.

Tabel 5: Per object de N-gift van 2008 en 2009 in relatie tot opbrengst en kwaliteit achter op perceel.

Object	N-gift 2008 kg/ha	N-gift 2009 kg/ha	Opbrengst kg/ha	Vocht %	Eiwit %	Volgerst %	Doorval %	Legering
N0	0	90	8034	11,5	10,0	98,7	0,7	10
N1	140	90	8016	11,7	10,5	98,7	0,8	10
N2	200	90	7973	11,6	10,3	98,6	0,8	10
N3	260	90	7989	11,4	10,0	98,5	0,9	10

Bij object N0 wordt de hoogste opbrengst behaald, de verschillen ten opzichte van de andere objecten zijn echter verwaarloosbaar. Bij dit object is in 2008 geen stikstof gestrooid en in 2009 een stikstofgift van 90 kg. Het laagste eiwitgehalte en het hoogste volgerst percentage wordt tevens ook behaald bij object N0. Ook bij deze proef is er geen sprake van legering. De verschillen die zijn ontstaan in deze proef tussen de

verschillende objecten zijn niet significant.

Uit deze proef mogen we concluderen dat de verschillen in stikstofgiften van het jaar ervoor nagenoeg geen effect hebben gehad in 2009. Nergens binnen de proef zijn significante verschillen geconstateerd. Of deze conclusie ook naar andere jaren doorvertaald mag worden is de vraag, in proefjaar 2008 konden we de stikstoftrappen van het jaar ervoor duidelijk waarnemen, met name de 0-velden. In 2009 was dat niet het geval. Een duidelijk signaal dat het effect van de bemesting uit een jaar eerder in 2008 groter was dan in 2009. In 2008 zijn er echter geen opbrengstbepalingen gedaan aan de proeven van het jaar ervoor.

3.1.3 Blokkenproef aardappelen perceel EK1

De proef is uitgevoerd op perceel EK1 in het gewas zetmeelaardappelen van het ras Seresta op proefboerderij "t Kompas" in Valthermond. Het perceel is gepoot op 22 april en de voorvrucht was suikerbieten.

Tabel 6: Opbrengst, onderwatergewicht en uitbetalingsgewicht van het proefveld N1

Object	Veldgew.	OWG	Uitbgew.	Veldgew.	OWG	Uitbgew.
	100 = 36,3 ton/ha	100 = 520 gram	100 = 50,8 ton/ha			
N0, 0 kg N/ha	67	102	69	24,3	530	35,1
N1, 140 kg N/ha	107	101	109	38,8	525	55,4
N2, 200 kg N/ha	110	100	110	40,3	520	55,9
N3, 260 kg N/ha	116	97	112	42,1	504	56,9

In veldgewicht en uitbetalingsgewicht zijn zeer grote significante verschillen geconstateerd, met name tussen N0 en de overige objecten. De N0 blijft sterk achter in veldgewicht met ruim 24 ton, tegenover de N3 met 42 ton/ha. Ook bij het OWG zijn significante verschillen waargenomen, waarbij de N3 het laagste zit met 504 gram en de N0 het hoogst met 530 gram.

Tabel 7: Opbrengst, onderwatergewicht en uitbetalingsgewicht van het proefveld N2

Object	Veldgew.	OWG	Uitbgew.	Veldgew.	OWG	Uitbgew.
	100 = 41 ton/ha	100 = 508 gram	100 = 56 ton/ha			
N0, 0 kg N/ha	78	103	81	32,0	523	45,4
N1, 140 kg N/ha	105	99	103	43,1	503	57,7
N2, 200 kg N/ha	111	99	110	45,5	503	61,6
N3, 260 kg N/ha	107	99	106	43,9	503	59,4

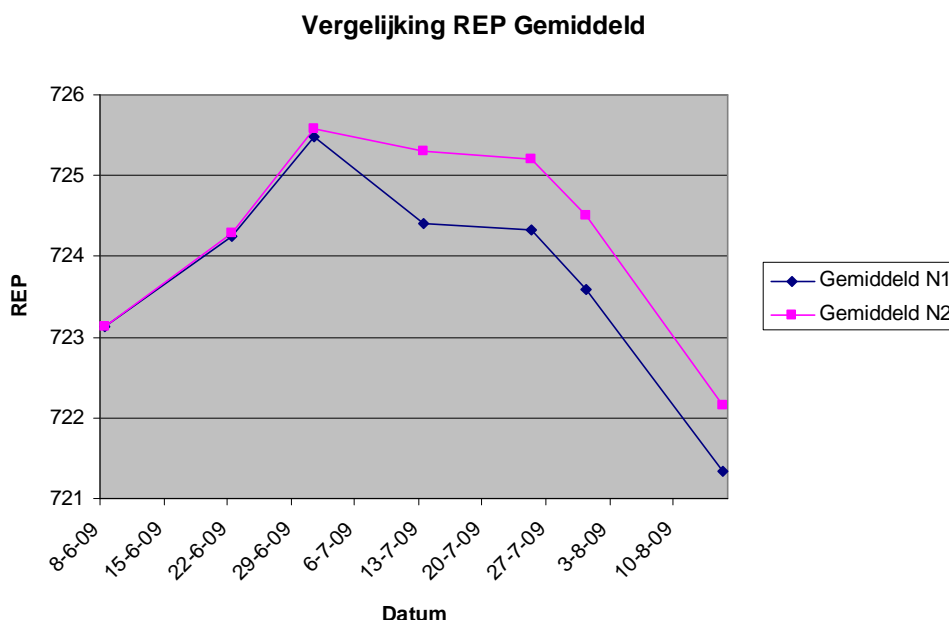
In veldgewicht en uitbetalingsgewicht zijn zeer grote significante verschillen geconstateerd, ook hier met name tussen N0 en de overige objecten. De N0 blijft sterk achter in veldgewicht met 32 ton, tegenover de N2 met ruim 45 ton/ha. Bij het OWG zijn geen significante verschillen waargenomen, maar waarbij de N0 wel het hoogst zit met 526 gram.

Kijkend naar de verschillen tussen de beide proeven dan kunnen we constateren dat er qua opbrengstniveau sowieso een aardig verschil is tussen de beide proeven, met name bij de N0 velden. Kennelijk is het proefveld N2 beter in staat om zonder het toevoegen van stikstof te produceren dan dat het proefveld N1 daartoe in staat is. In het veldgewicht blijft N1 behoorlijk achter ten opzichte van N2, dit wordt echter in het onderwatergewicht gecompenseerd waardoor de verschillen in het uitbetalingsgewicht kleiner worden tussen de beide proeven.

Hoewel geen significante verschillen tussen N1, N2 en N3 begint het uitbetalingsgewicht bij proef N1 in object N1 al af te vlakken. Bij de proef N2 is een andere curve waar te nemen, het uitbetalingsgewicht stijgt daar door tot N2, een gift van 200 kg/ha waarna vervolgens een afvlakking volgt in het uitbetalingsgewicht, veroorzaakt door een lichte daling van de opbrengst. Ook deze cijfers zijn echter niet significant. Alle N-trappen van de beide proeven zijn gedurende het groeiseizoen een aantal keren gemeten met een

Cropscan. Een Cropscan is een sensor die de reflectie van bepaalde delen van het (licht)spectrum meet. Al vaker zijn relaties aangetoond tussen die reflectie en de gewasgroei. Grafiek 3 geeft een beeld van de gemiddelde reflectie van de proeven N1 en N2, de grafiek geeft daarmee een beeld van de gewasreflectie gedurende het seizoen.

Grafiek 3: Vergelijking REP in zetmeelaardappelen van proef N1 en N2



Kijkend naar het gemiddelde veldgewicht uit de tabellen N1 en N2 (voor N1 36,3 en voor N2 41) kunnen we constateren dat de reflectie van het gewas vanaf 1 juli verschillen begon te vertonen tussen de beide proeven. De reflectie van N2 lag hoger dan die van N1, bij de opbrengstbepaling bleek de opbrengst bij N2 vervolgens ook hoger te zijn.

De resultaten vanuit deze proef zullen meegenomen worden in een vervolproject waarin gewerkt wordt aan de ontwikkeling van een geleide bemestingsysteem in aardappelen. Binnen dat project vindt verdere analyse plaats.

3.2 Resultaten pH proeven zomergerst

Op het perceel zijn twee blokkenproeven aangelegd met verschillende bemestingsniveaus van kalk. De niveaus zijn aangebracht om te toetsen of een variabele kalkgift, gebaseerd op het pH niveau en het organische stof percentage op die specifieke plek, enerzijds de pH kan verhogen naar het gewenste niveau en anderzijds of de opbrengst van het eindproduct daarmee ook verhoogd wordt. Bij het bepalen van de optimale pH is ook het organische stof% van belang. Het OS % bepaalt ook mede de hoogte van de ideale pH. Zo kon het op dit perceel gebeuren dat op de ene plek de pH opgehoogd diende te worden naar 5,2 terwijl op de andere plek de pH naar 5,0 verhoogd diende te worden. Op de ene locatie ging die verhoging gepaard met een gift van 2000 kg/ha, op de andere plek met een gift van 10.000 kg/ha.

Tabel 8: resultaten pH proef verhoogd naar een pH van 5,0

Object	Ph	Kalkgift kg/ha	Opbrengst kg/ha	Vocht %	Eiwit %	Volgerst %	Doorval %
pH0	4,6	0	8021	12,0	11,8	96,8	1,2
pH1	4,9	2000	8374	12,2	11,7	97,4	1,1
pH2	5	10000	8469	12,4	11,5	97,6	1,1

Tabel 8 geeft een oplopend opbrengstniveau aan bij een stijgende pH. Het eiwitgehalte neemt af naarmate de opbrengst stijgt. Dat laatste is op zich een logisch gevolg van een stijgende opbrengst, we hebben dat de afgelopen jaren ook zien gebeuren in de bemestingsproeven van gerst binnen dit project.

Tabel 9: resultaten pH proef verhoogd naar een pH van 5,3

Object	Ph	Kalkgift kg/ha	Opbrengst kg/ha	Vocht %	Eiwit %	Volgerst %	Doorval %
pH0	5	0	8077	11,3	10,3	98,2	1,1
pH1	5,3	2000	8048	11,4	10,2	98,1	1,0

Bij deze proef zijn er nagenoeg geen verschillen te constateren tussen de opbrengst en kwaliteit van object pH0 en object pH1. Wel is de pH verhoogd naar het gewenste niveau.

3.3 Grondbewerkingsproef aardappelen

Vanuit zowel de analyse op praktijkpercelen als ook de analyse van de oorzaak van variatie binnen de proefpercelen kwam en komt naar voren dat de indringingsweerstand een belangrijke verklarende factor is. De indringingsweerstand wordt gemeten met een penetrologger en is een maat voor de wortelbaarheid van het gewas. Er is geconstateerd dat de indringingsweerstand binnen een perceel van plaats tot plaats sterk kan variëren. Om inzicht te krijgen in de effecten van verschillende manieren van grondbewerking in het najaar is hiervoor een proef opgezet op een perceel op proefboerderij 't Kompas te Valthermond. Er zijn objecten aangelegd met een woeler (60 cm diepte), een vaste tand cultivator (45 cm diepte) en zijn er plotten niet bewerk.

Voor het uitvoeren van de bewerkingen is de indringingsweerstand gemeten zodat er een beginsituatie geschetst kan worden. Na de bewerkingen is een groenbemester ingezaaid om maximaal effect te creëren. In het voorjaar is de indringingsweerstand wederom gemeten om zo de effecten van de verschillende bewerkingen helder te krijgen. Vervolgens worden er in het gewas metingen gedaan om te zien of de planten werkelijk last hebben van storende lagen. Er zijn onder andere wortelhoeveelheden bepaald in ieder object op verschillende diepten in de bodem.

De proef is aangelegd op 2 locaties, binnen hetzelfde perceel. De ene locatie was op een zandgrond waarbij de afgelopen jaren een hoge indringingsweerstand gemeten is. Het gewas wil hier dus minder diep wortelen. De andere locaties binnen het perceel was op een lage veenplek. De indringingsweerstand was hier de afgelopen jaren juist goed waardoor het gewas veel gemakkelijker diep zou kunnen wortelen. Door op beide locaties dezelfde grondbewerkingen uit te voeren en dezelfde metingen te verrichten kon het verschil tussen de beide percelen mooi in kaart gebracht worden.

Om een goed (significant) beeld te kunnen krijgen van de verschillen tussen de objecten en ook de verschillen tussen de beide locaties is een proef aangelegd met 3 objecten (woeler (60 cm diepte), een vaste tand cultivator (45 cm diepte) en zijn er plotten niet bewerk) in 10 herhalingen.

Het perceel is half april gepoot en tussentijds zijn er een aantal visuele loofbeoordelingen. Op 25 augustus 2008 (vóór aanleg van de proef) is de gemiddelde indringingsweerstand gemeten en op 16 februari 2009 is de indringingsweerstand van de verschillende objecten gemeten. Zodat ook informatie ingewonnen kon worden ten aanzien van het effect van de grondbewerking op de indringingsweerstand én of de bewerkingen duurzaam zijn geweest, met andere woorden of het effect van de grondbewerkingen in de herfst, het volgende voorjaar nog steeds zichtbaar waren.

3.3.1 Grondbewerkingsproef “voorop”

De proef “Voorop” het perceel was het gedeelte van het perceel waar de zandkop ligt. Dit bracht met zich mee dat deze plek binnen het perceel van nature de hogere indringingsweerstand kent. Gepaard met de zandkop is dit ook de plek binnen het perceel alwaar het organische stof% veel lager is. Een lager OS%

betekend dat er in het seizoen veel minder mineralisatie plaatsvindt ten opzichte van perceelsgedeeltes met een hoger OS%. De vraag is of dit OS% ook een rol speelt bij het wortelen van gewassen.

Tabel 10: Indringingsweerstand per diepte in augustus 2008 (voor de grondbewerkingen) en februari 2009

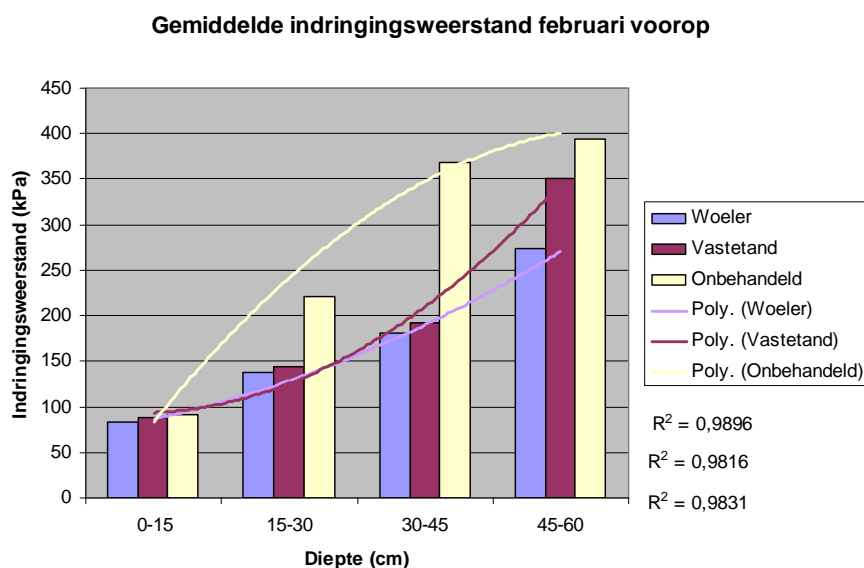
Object	Aug. 2008				Feb. 2009			
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm
Onbehandeld					91	221	369	394
Woeler (60 cm)					84	138	180	274
Vastetand (45 cm)					88	144	192	351
Gemiddeld	83	206	280	289	87	168	247	340
LSD-waarde	12	31	27	25	6	13	31	49

In augustus 2008 zijn metingen uitgevoerd alvorens de grondbewerkingen zijn verricht. Om die reden zijn er in de tabel geen cijfers gepresenteerd van de verschillende behandelingen maar is er gewerkt met gemiddelde waarden van de desbetreffende diepte.

Een vergelijking van de cijfers in augustus 2008 ten opzichte van die van februari 2009 gaat overigens mank. In augustus zijn de metingen niet verricht onder veldcapaciteit. De waarden mogen derhalve slechts geïnterpreteerd worden als relatieve waarden ten opzichte van elkaar. In februari 2009 is wel gemeten onder veldcapaciteit waardoor de waarden absoluut zijn geworden. Bij een indringingsweerstand van 300 ondervindt het gewas problemen bij het wortelen, indien de indringingsweerstand hoger is dan 500 is het voor planten onmogelijk op nog dieper te wortelen. Cruciaal is op welke dieptes die waarden worden bereikt.

Uit de metingen van februari 2009 blijkt dat de indringingsweerstand in de zone 0 – 15 nagenoeg gelijk is. Dat mocht ook worden verondersteld, dit is de laag die ieder jaar eigenlijk weer bewerkt wordt bij het zaaibedbereiden. Diepere grondbewerkingen hebben hierop geen invloed. In de zone 15 – 30 cm ontstaan er al significante verschillen tussen onbehandeld en de beide andere objecten. Hetzelfde geldt voor de dieptes 30 – 45 cm en 45 – 60 cm waarbij in de laatste categorie de indringingsweerstand tussen het object met de woeler en het object met de vastetand tevens significant is. De cijfers geven duidelijk weer dat de grondbewerkingen in het najaar van 2008, in combinatie met de groenbemester, een positief effect hebben gehad op de indringingsweerstand van dit perceelsgedeelte.

Grafiek 4: Gemiddelde indringingsweerstand gemeten in februari



Grafiek 3 geeft nog eens duidelijk weer dat bij de meting in februari bij 15-30, 30-45 en 45-60 cm significante verschillen zijn geconstateerd. Het onbehandelde object gaf hier duidelijk een veel hogere indringingsweerstand. Ondanks dat 45-60 cm geen significant verschil aangeeft tussen de objecten met de vastetand en de woeler heeft ook hier onbehandeld een hogere indringingsweerstand dan de objecten met de vastetand. Het lijkt alsof de werking van een machine tot 45 cm diepte nog enigszins na-ijlt in de 15 cm daaronder, wellicht dat de grond in beperkte mate nog iets openbreekt in de laag kort onder de bewerkte laag. De woeler gaf de laagste weerstand en komt, in tegenstelling tot de vastetand en onbehandeld, niet boven de grens van 300 kPa uit.

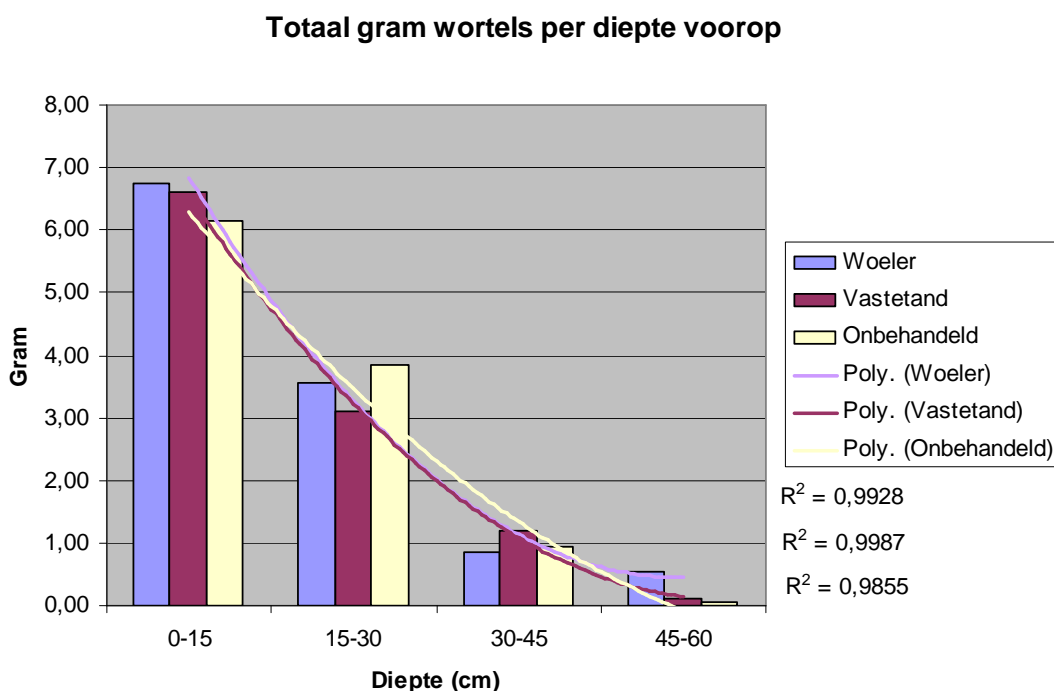
Op 28 juli is het aantal gram wortels per liter grond op de verschillende dieptes bepaald. Met een speciale boor is op 2 plekken in ieder object een hoeveelheid grond uit de objecten gehaald. Deze hoeveelheid grond is op zeven afgespoeld zodat de wortels overbleven. Hiervan is het gewicht bepaald.

Tabel 11: Grammen wortels per diepte en per liter grond van het proefveld

Object	Gr. wortels			
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm
Onbehandeld	0,82	0,52	0,13	0,01
Woeler	0,90	0,48	0,12	0,08
Vastetand	0,88	0,41	0,16	0,01
Gemiddeld	0,86	0,46	0,13	0,03
LSD-waarde	0,28	0,16	0,09	0,07

Tabel 11 geeft een overzicht van de aangetroffen hoeveelheid wortels op de verschillende dieptes bij de 3 behandelingen. In de laag 45 – 60 cm is de hoeveelheid aangetroffen wortels van de woeler ten opzichte van de andere 2 objecten significant. Bij de overige objecten zijn telkens “logische” verschillen waar te nemen, de verschillen zijn echter niet significant.

Grafiek 5: Totaal gram wortels per diepte van de groundbewerkingsproef



Grafiek 5 toont dat er bij de verschillende dieptes geen significante verschillen tussen de objecten geconstateerd zijn. Toch zijn er onderling wel enige verschillen te zien. Over de hele linie heeft het

onbehandelde object de minste grammen wortels en de woeler de meeste. De vastetand zit er tussenin. Opvallend is dat in de laag 45-60 cm de woeler acht keer meer wortels heeft dan de vastetand en het onbehandelde object. Uit de cijfers komt nog mooi naar voren dat het onbehandelde object bij de diepte 15 – 30 de meeste wortels bevat, bij de diepte 30 – 45 cm bevat het object met de vastetand cultivator de meeste wortels, bij de diepte 45 – 60 cm is dat bij de woeler het geval. Uit deze cijfers blijkt dat de wortels zich geconcentreerd hebben aan de onderkant van de grondbewerkingsdiepte. Daar begonnen de wortels last te ondervinden van de groei waarop ze minder de diepte in zijn gaan groeien en meer de breedte hebben opgezocht.

Op 22 september zijn de proefvelden gerooid, waarna de opbrengst en het OWG bepaald werd.

Tabel 12: Relatieve opbrengst, OWG, uitbetalingsgewicht en loofbeoordeling van het proefveld

Object	Veldgew.	OWG	Uitbgew.	STGB1712	ST2708
	100 = 49 ton/ha	100 = 538 gram	100 = 71 ton/ha		
Onbehandeld	100	100	100	4,7	7,7
Woeler	100	100	101	6,0	7,8
Vastetand	100	100	99	5,7	7,9
Gemiddeld				5,5	7,8
LSD-waarde	5	2	6	1,2	0,4

Bij de opbrengst zijn er geen significante verschillen tussen de verschillende objecten te zien. Wel lijkt het uitbetalingsgewicht van de woeler net boven gemiddeld en die van de vastetand net onder gemiddeld. In de stand van de groenbemester op 17 december 2008 is een significant verschil te zien tussen onbehandeld en woelen. In de stand van het gewas op 27 augustus zijn geen significante verschillen gezien.

Conclusie proef “voorop”

Alle metingen van de indringingsweerstand in februari waren structureel hoger dan het gemiddelde van de metingen in augustus 2008. Bij de metingen in februari werden in alle lagen significante verschillen aangetoond tussen het onbehandelde object en de woeler en de vastetand.

Bij de metingen in het aantal grammen wortels zijn geen significante verschillen in de objecten aangetoond, behalve tussen de objecten onbehandeld en woeler in de laag 45 – 60 cm. Wel is overal onderling verschil te zien. In de laag 45-60 cm heeft de woeler acht keer meer wortels dan de overige objecten.

In de stand van het gewas op 27 augustus 2009 zijn geen significante verschillen te zien, maar in de stand van de groenbemester op 17 december 2008 was dat wel het geval.

Bij de opbrengst zijn er geen significante verschillen tussen de verschillende objecten te zien. Wel lijkt het uitbetalingsgewicht van de woeler net boven gemiddeld en die van de onbehandelde net onder gemiddeld.

3.3.2 Grondbewerkingsproef “achterop”

De grondbewerkingsproef achterop ligt op een humeus gedeelte van het perceel. alle behandelingen zijn exact gelijk uitgevoerd aan de behandelingen in de proef “voorop”.

Tabel 13 geeft een overzicht van de gemeten indringingsweerstand in de periode augustus 2008, voor de grondbewerkingen en de periode februari 2009, na de grondbewerkingen en de groenbemester.

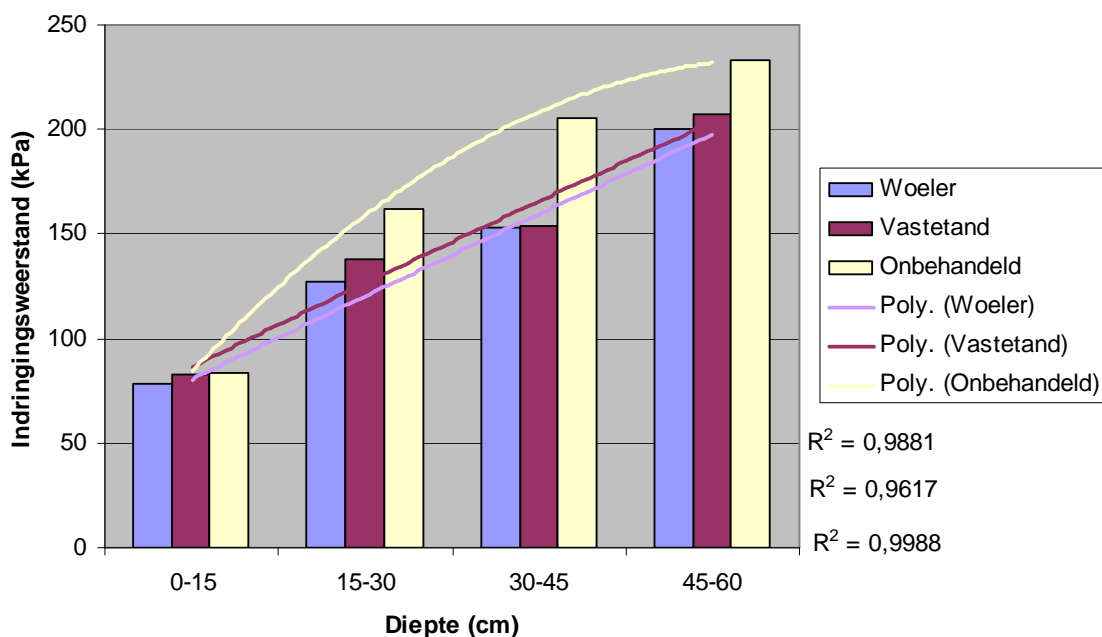
Tabel 13: Indringingsweerstand per diepte in februari 2009 en in augustus 2008

Object	Aug. 2008				Feb. 2009			
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm
Onbehandeld					83	162	206	233
Woeler					78	127	153	200
Vastetand					83	138	154	207
Gemiddeld	66	134	159	216	81	142	171	213
LSD-waarde	9	16	24	26	5	17	27	35

Uit de cijfers van tabel 13 blijkt dat op dit deel van het perceel nergens de indringingsweerstand boven de grens van 300 uitkomt. 300 KPa is de grens waarop wortels moeite gaan ondervinden bij het dieper wortelen. Wel zijn er significante verschillen geconstateerd tussen de verschillende behandelingen. In de zone 15 – 30 cm zijn er significante verschillen tussen onbehandeld en de overige 2 objecten, datzelfde geldt ook voor de zone 30 – 45 cm. hoewel in de zone 45 – 60 cm de indringingsweerstand lager is bij de objecten met de woeler en de vastetand vergeleken met de onbehandelde objecten, zijn hier geen significante verschillen waarneembaar. De maximale indringingsweerstand wordt in februari al bereikt bij 233 KPa.

Grafiek 6: Gemiddelde indringingsweerstand gemeten in februari

Gemiddelde indringingsweerstand februari achterop



Bij de meting in augustus is uitgegaan van de gemiddelde indringingsweerstand van het gehele proefveld, zodat de metingen van februari vervolgens daarmee vergeleken konden worden. De grafiek laat nog eens overzichtelijk zien dat bij de meting in februari bij 15-30 en 30-45 cm significante verschillen geconstateerd zijn. Het onbehandelde object gaf hier duidelijk een veel hogere indringingsweerstand. Ondanks dat 45-60 cm geen significant verschil aangeeft springt toch ook hier onbehandeld er weer uit met een relatief hoge indringingsweerstand. De woeler gaf de laagste weerstand.

Op 28 juli is het aantal gram wortels per liter grond op de verschillende dieptes bepaald.

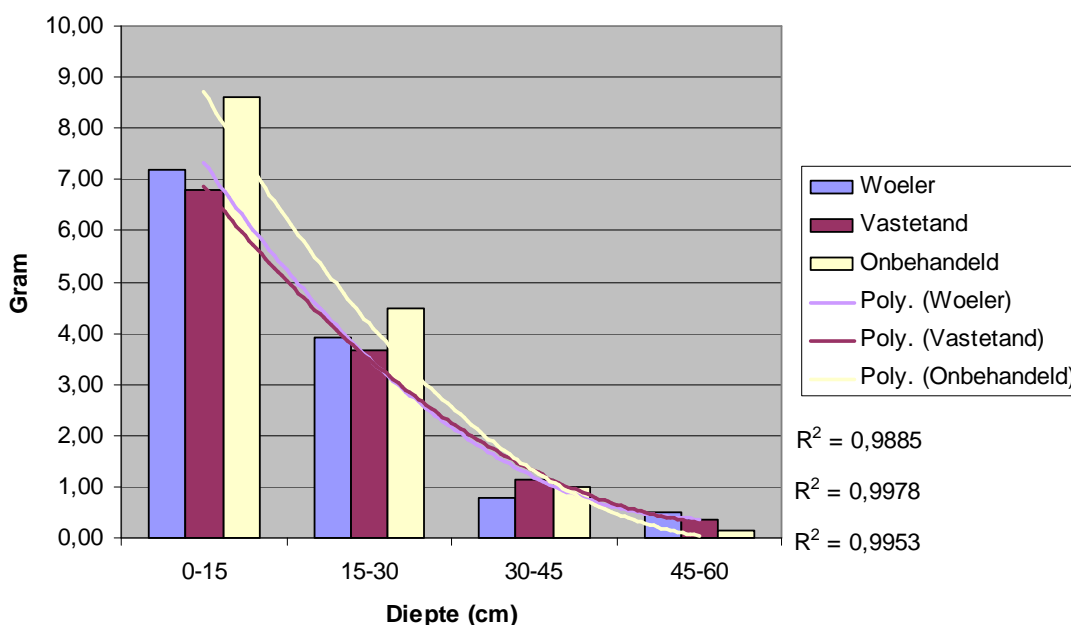
Tabel 14: Grammen wortels per diepte en per liter grond van het proefveld

Object	Gr. wortels			
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm
Onbehandeld	1,14	0,60	0,13	0,03
Woeler	0,95	0,52	0,11	0,07
Vastetand	0,90	0,49	0,16	0,05
Gemiddeld	0,99	0,53	0,13	0,04
LSD-waarde	0,32	0,19	0,08	0,05

In de lagen 0 – 15 cm en 15 – 30 cm heeft het onbehandelde object de meeste wortels ten opzichte van de beide andere objecten. In de laag 30 – 45 cm heeft de vastetand de meeste wortels en in de laag 45 – 60 cm is dat het geval bij de woeler. Logische cijfers die ook bij de proef voorop naar voren kwamen. De verschillen zijn echter zeer klein te noemen en zeker niet significant. Ook dat mocht in feite verwacht worden gezien de indringingsweerstand die gemeten zijn. Nergens waren die dermate hoog dat het gewas er volgens de theorie last van zou ondervinden bij de groei en ontwikkeling van een goed en diepgroeiend wortelstelsel.

Grafiek 7: Totaal gram wortels per diepte van de grondbewerkingsproef

Totaal gram wortels per diepte achterop



Bij de verschillende dieptes zijn er, zoals al vermeld, geen significante verschillen tussen de objecten geconstateerd. Toch zijn er onderling wel enige verschillen te zien. In de bovenste 30 cm heeft onbehandeld de meeste grammen wortels en in de laag van 30-60 cm de minste. In de onderste 30 cm heeft de vastetand de meeste grammen wortels. Echter, in de diepste laag, 45-60 cm heeft de woeler bijna 2,5 keer meer wortels dan het onbehandelde object. Die waarde is net niet significant, een verschil van 2,5 keer meer wortels is echter een groot verschil.

Op 22 september zijn de proefvelden geoogst, waarna de opbrengst en het OWG bepaald werd, ook zijn er gedurende het seizoen waarnemingen gedaan aan de stand van het gewas en is ook de stand van de groenbemester, ingezaaid in augustus 2008 beoordeeld. De resultaten hiervan staan in tabel 15 overzichtelijk weergegeven.

Tabel 15: Relatieve opbrengst, OWG, uitbetalingsgewicht en loofbeoordeling

Object	Veldgew.	OWG	Uitbgew.	STGB1712	ST2708
	100 = 60 ton/ha	100 = 521gram	100 = 84 ton/ha		
Onbehandeld	97	100	97	5,7	8,0
Woeler	102	100	103	5,9	8,5
Vastetand	101	100	100	5,9	8,2
Gemiddeld	100	100	100	5,8	8,3
LSD-waarde	8	2	7	0,9	0,3

Bij de opbrengst zijn er geen significante verschillen tussen de verschillende objecten te zien. Wel is het uitbetalingsgewicht van de woeler net boven gemiddeld en die van de onbehandelde net onder gemiddeld. Bij de stand van het gewas op 27 augustus is tussen onbehandeld en woelen een significant verschil te zien, de objecten van de woeler scoren beter ten opzichte van het onbehandelde object. Bij de stand van de groenbemester zijn geen significante verschillen geconstateerd.

Conclusie

Alle metingen van de indringingsweerstand in februari waren structureel hoger dan het gemiddelde van de metingen in augustus 2008. Bij de metingen in februari werden significante verschillen aangetoond tussen het onbehandelde object tussen de woeler en de vastetand in de lagen 15-30 cm en 30-45 cm.

Bij de metingen in het aantal grammen wortels zijn geen significante verschillen in de objecten aangetoond. Wel is onderling enig verschil te zien. In de bovenste 30 cm heeft onbehandeld de meeste grammen wortels en in de laag van 30-60 cm de minste. In de laag 45-60 cm heeft de woeler bijna 2,5 keer meer wortels dan het onbehandelde object. In de stand van het gewas op 27 augustus 2009 zijn significante verschillen te zien bij de groenbemester.

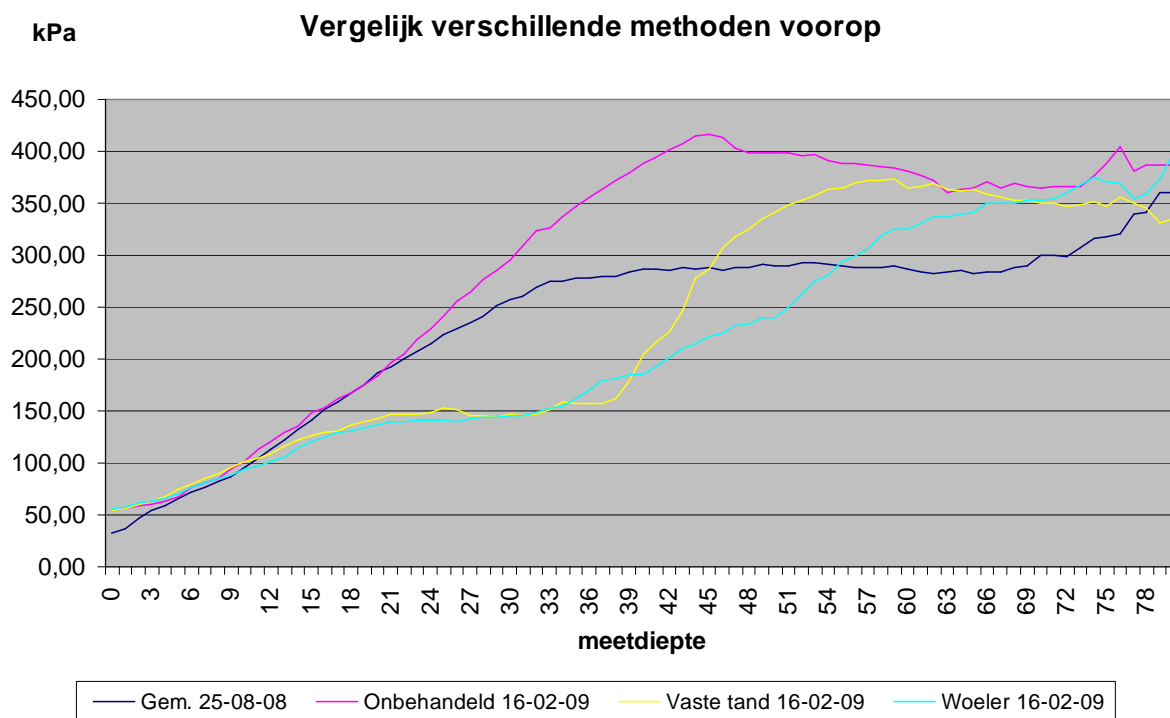
Bij de opbrengst zijn er geen significante verschillen tussen de verschillende objecten te zien. Wel lijkt het uitbetalingsgewicht van de woeler net boven gemiddeld en die van de onbehandelde net onder gemiddeld.

3.3.3 Vergelijking van de beide proeflocaties

Wanneer de indringingsweerstand per proef en per object van februari wordt vergeleken met de gemiddelde indringingsweerstand in augustus, komen daar de volgende grafieken uit.

De donkerblauwe lijn geeft het gemiddelde van alle 30 plotten weer zoals ze gemeten zijn op 25-08-08. De roze lijn geeft de situatie weer in de onbehandelde plotten zoals deze gemeten is op 16-02-09. De gele lijn laat zien hoe de plotten die met de vaste tand cultivator zijn bewerkt er aan toe zijn. En als laatste geeft de licht blauwe lijn aan hoe de situatie is in de plotten die met de woeler zijn bewerkt.

Grafiek 8: Gemiddelde indringingsweerstand per object in februari 09 en augustus 08 (voorop)



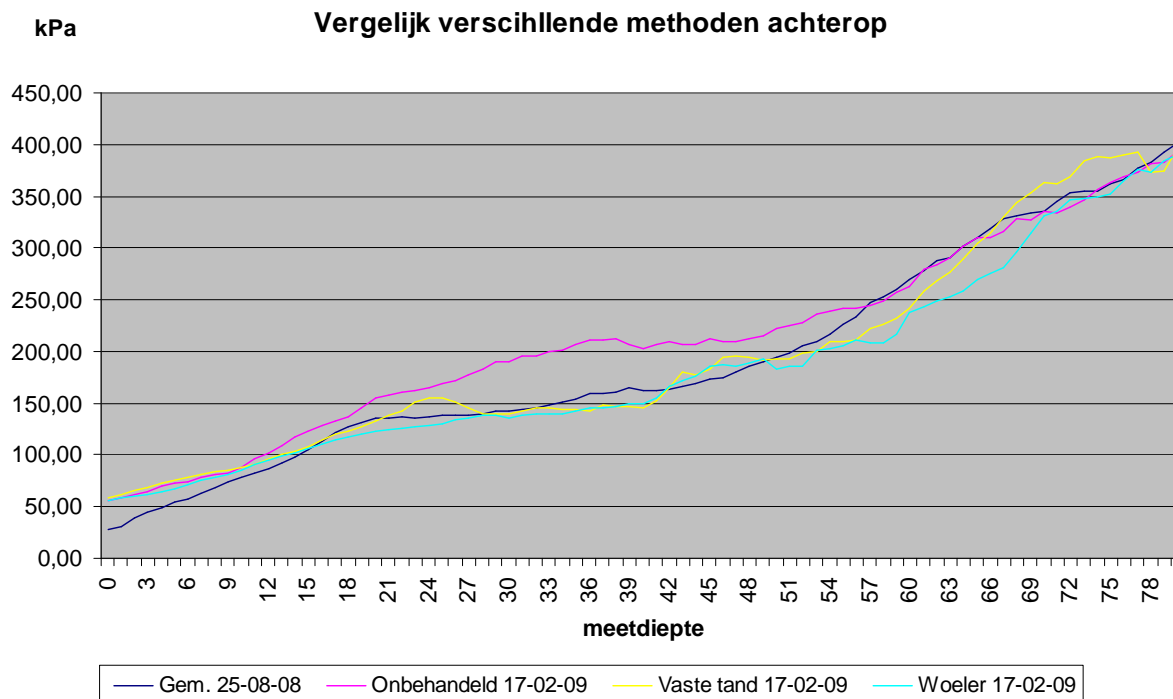
Als uitgangssituatie geldt de lijn van het gemiddelde van de metingen van 25-08-08. Deze loopt geleidelijk op richting de 300kPa maar blijft dan van 35cm tot 70cm net onder de grens hangen. Hierna kruist hij de grens alsnog en eindigt op een maximum van ongeveer 360kPa.

Wat erg opvalt is dat de lijn van de onbehandelde plotten meer verdichting aangeeft dan de lijn van het gemiddelde van de metingen van 25-08-08. De wortels zullen op basis van die informatie ook al op 30cm hinder ondervinden van een verdichtte bodem omdat de waarde van 300kPa overschreden wordt. De lijn stijgt door tot een waarde van ongeveer 420kPa wat betekent dat het voor planten bijna onmogelijk wordt om nog dieper te wortelen (de grens daarvan ligt op 500 kPa).

De lijn die de toestand weergeeft van de met vaste tand bewerkte plotten blijft na 10cm onder de lijn van het gemiddelde van 25-08-08. Dit betekent dat de planten hier makkelijker kunnen wortelen. De werkdiepte van 45cm is duidelijk terug te vinden in de grafiek. Op deze diepte stijgt de lijn vrij snel en kruist het gemiddelde van 25-08-08 en de grens van 300kPa op een diepte van 45cm. De lijn stijgt nog een eindje door tot een maximum van ongeveer 375kPa waarna hij geleidelijk zakt.

De woeler heeft het meeste effect op de ondergrond. Deze blijft net als de vaste tand ver onder het gemiddelde de meting van 25-08-08. Op een diepte van 55cm wordt het gemiddelde van 25-08-08 overschreden en wordt ook de grens van 300kPa overschreden. Hierna loopt de lijn langzaam op en eindigt schommelend op een maximum van 400kPa op een diepte van 80cm.

Grafiek 9: Gemiddelde indringingsweerstand per object in februari 09 en augustus 08 (achterop)



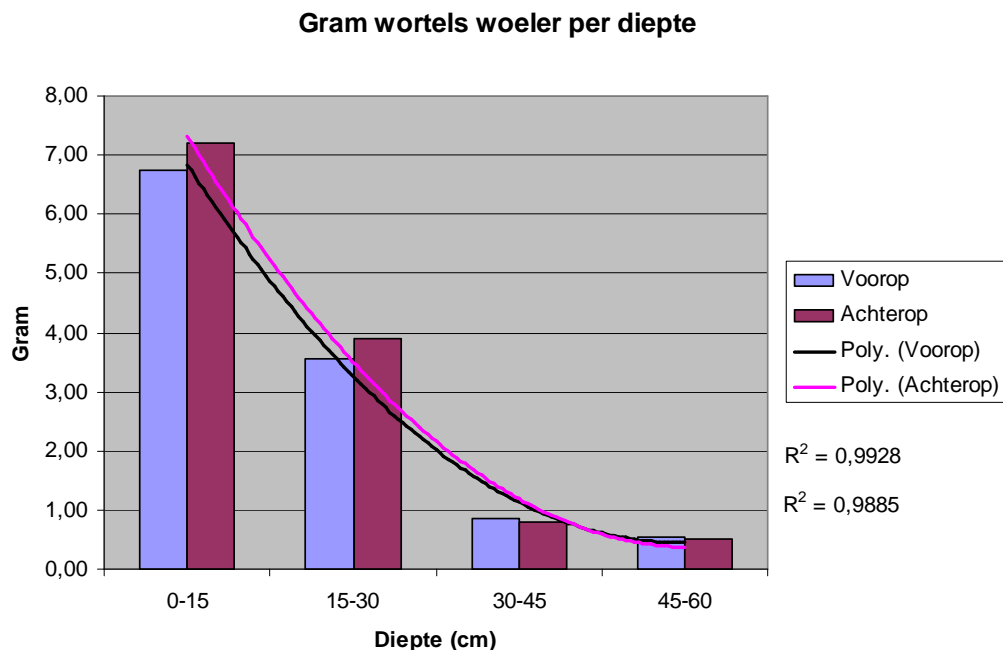
Het gemiddelde van alle plotten gemeten op 25-08-08 ligt in dit proefveld aanzienlijk anders dan in proefveld "voorop". Dit heeft waarschijnlijk te maken met de verhouding tussen veen en zand die in dit proefveld hoger ligt dan in proefveld 1. De lijn stijgt geleidelijk naar 180kPa op een diepte van ongeveer 45cm. Hierna stijgt de lijn wat sneller waardoor de grens van 300kPa gekruist wordt op een diepte van 63cm. Uiteindelijk loopt de lijn nog verder op waardoor het een maximum bereikt van 400kPa op 80cm diepte.

De lijn die het gemiddelde van de onbehandelde plotten weergeeft ligt over het algemeen over het hele traject boven de lijn van het gemiddelde van 25-08-08. Dit hoeft overigens geen betekenis te hebben, de metingen in augustus zijn relatief omdat ze niet onder veldcapaciteit gemeten zijn, duidelijk is in ieder geval wel dat de beide meetmomenten hetzelfde patroon vertonen.

De lijn van het gemiddelde van de met de vaste tand bewerkte plotten loopt vrijwel het hele traject gelijk aan de lijn van het gemiddelde. Dit betekent dat de bodem niet slechter, maar ook niet beter is geworden. Ditzelfde geldt ook voor de plotten die zijn bewerkt met de woeler. Echter aan het eind van het traject stijgt deze lijn niet helemaal zo snel als de anderen waardoor de grens van 300kPa wordt overschreden op een diepte van 68cm. Uiteindelijk eindigt ook deze lijn op een maximum van 400kPa.

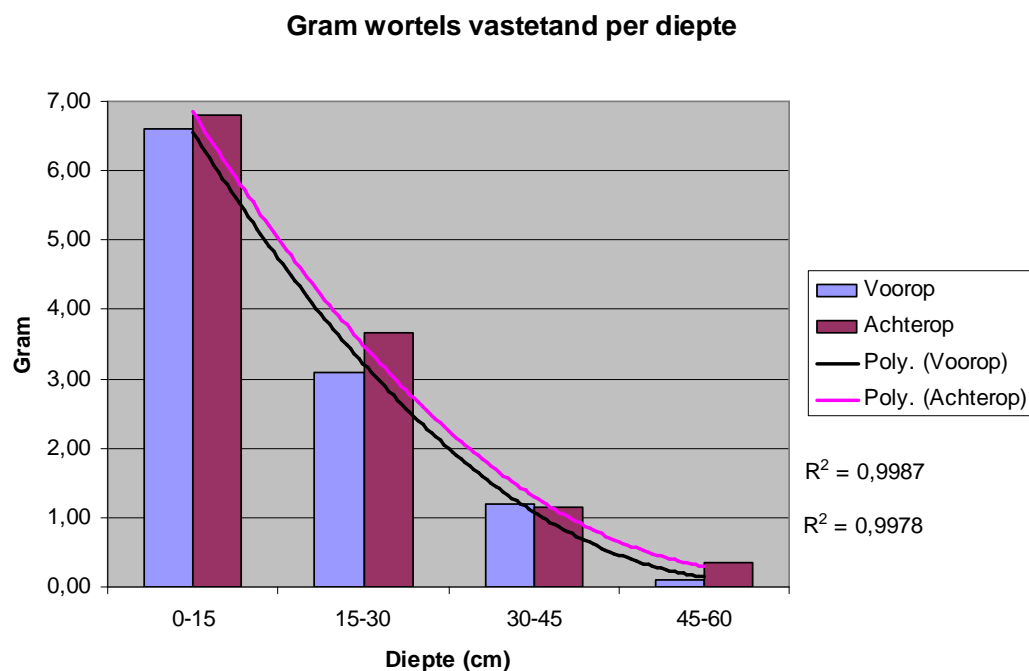
Wanneer dan gekeken wordt naar het aantal grammen wortels per diepte, komen daar de volgende grafieken uit.

Grafiek 10: Totaal gram wortels bij object woeler van de grondbewerkingsproef voorop en achterop



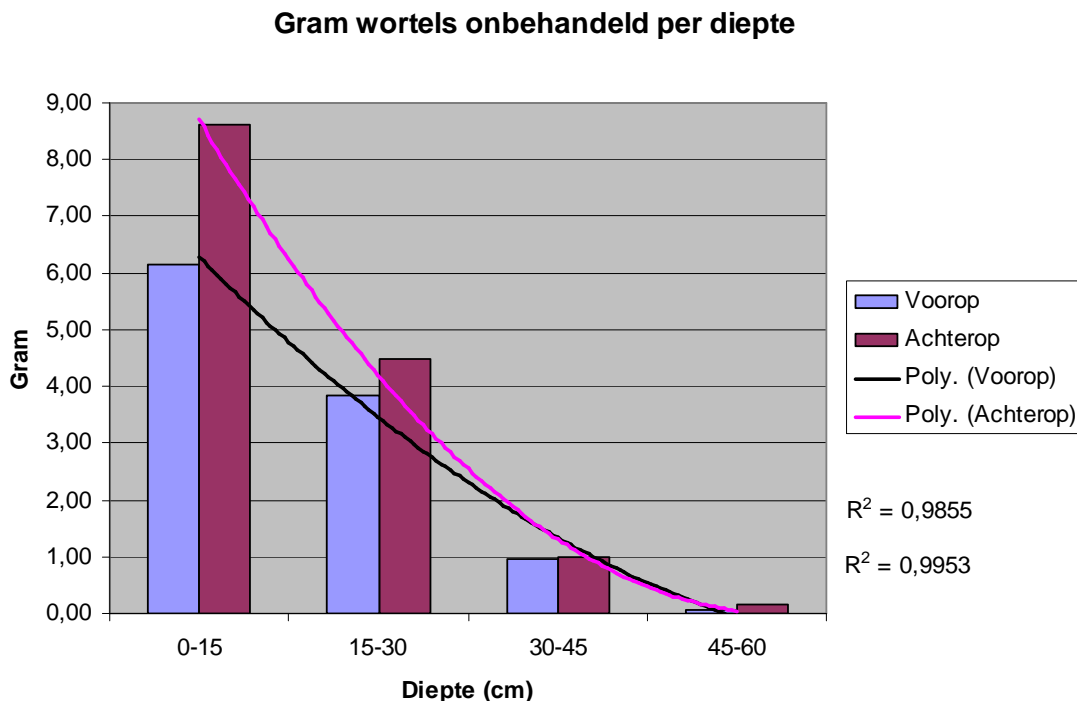
De proef achterop vertoonde voor de grondbewerkingen al een mindere indringingsweerstand, dat was ook na de grondbewerking het geval. De proef voorop gaf echter wel het grootste effect te zien van de grondbewerkingen. Uit de grammen wortels gemeten in de verschillende zones blijkt dat met name in de bovenste 30 cm de hoeveelheid wortels achterop groter is vergeleken met voorop.

Grafiek 11: Totaal gram wortels vastetand van de grondbewerkingsproef voorop en achterop



Bij de objecten met de grondbewerkingen, uitgevoerd door de vastetand, komt hetzelfde beeld naar voren als bij het object met de woeler. In de bovenste laag is er meer wortelgroei bij de proef achterop, in de diepere lagen (30 – 60 cm) zijn dat voor beide proeven dezelfde waarden.

Grafiek 12: Totaal gram wortels onbehandeld van de grondbewerkingsproef voorop en achterop



In deze bovenstaande grafieken is te zien dat het aantal gram wortels afneemt bij grotere dieptes, dat beeld komt bij alle objecten en behandelingen naar voren. Tevens komt uit grafiek 12 wederom naar voren dat de proef achter op de bovenste bodemlaag de meeste wortelgroei heeft. De verschillen zijn bij het onbehandelde object echter groter dan bij de objecten behandeld met de woeler en met de vastetand.

Discussie

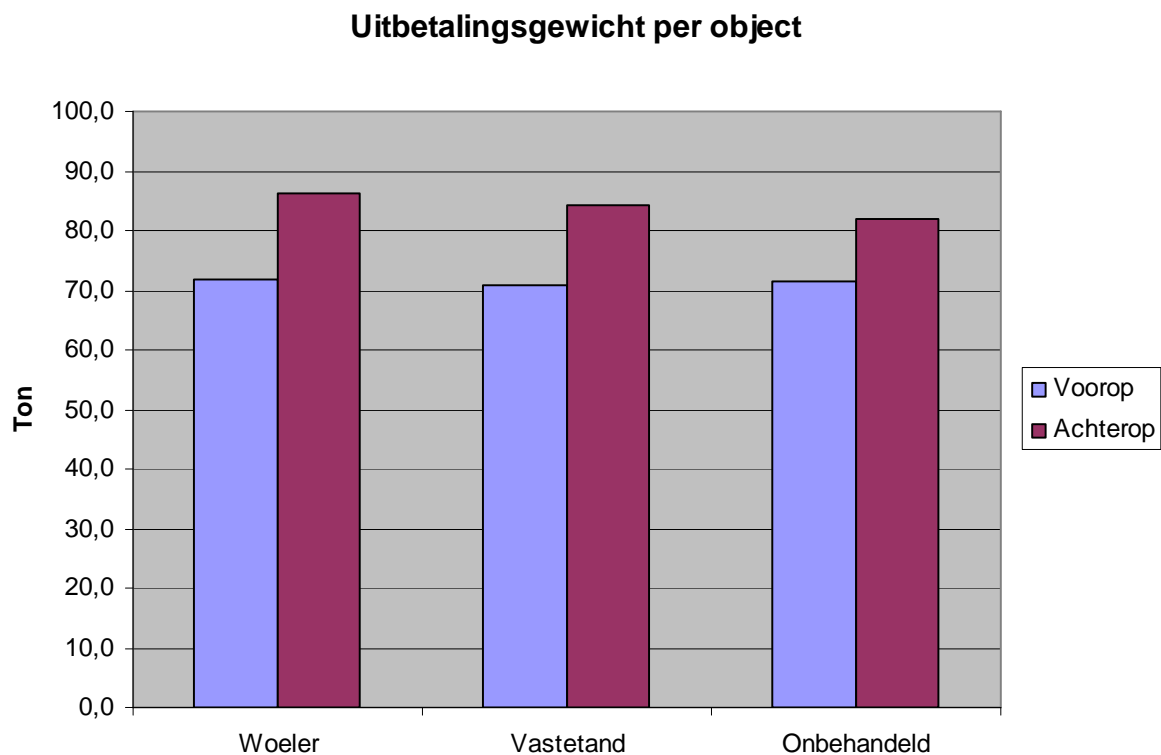
Alles overwegend kunnen we stellen dat de grondbewerkingen een goed effect hebben gehad op de wortelgroei. Hoewel de verschillen niet altijd significant waren was er toch duidelijk sprake van een trend. Het effect van de bewerkingen op de wortelgroei was bij de proef voorop groter dan achterop. Dat gold overigens niet alleen voor het effect op de wortelgroei, dat gold zeker ook voor het effect op de indringingsweerstand. Met de verschillende grondbewerkingen zijn we in staat gebleken om de indringingsweerstand te verminderen en daarmee de wortelgroei te bevorderen.

Een effect op de opbrengst is er echter niet gerealiseerd. Verwacht mocht worden dat een verbeterde wortelgroei een positief effect zou hebben op de opbrengst. Dat beeld is niet naar voren gekomen. Als we daarbij een verklaring zoeken dan kijken we in de richting van vochtvoorziening. Gedurende de belangrijke fase van de gewasgroei is er vanwege natuurlijke regenval in de objecten eigenlijk nooit krapte aan vocht geweest. Normaalgesproken haal je vooral winst uit een diepere beworteling op het moment dat vochttekort dreigt. Onderin de bodem zit langer vocht waardoor het gewas een groter vochtbuffer beschikbaar heeft. Wanneer echter geen vochttekort is, is die buffer niet de beperkende factor voor groei en zullen er geen verschillen in opbrengst ontstaan.

Of vanuit dat perspectief bekeken moeten de grondbewerkingen worden gezien als een soort van verzekeringspremie. In vochtige seizoenen brengt het geen schade toe, in droge seizoenen zal het gewas zich langer kunnen redden. Dit is echter een gedachtengang, voor harde conclusies zou deze

grondbewerkingproef een aantal jaren lang gevolgd moeten worden. Grafiek 13 laat zien dat er in uitbetalingsgewicht weinig verschillen zijn gemeten tussen de verschillende behandelingen. Wel komt naar voren dat de proef achterop betere opbrengsten heeft geleverd, de oorzaak daarvan ligt echter eerder in het verschil in organische stof tussen deze beide perceelsdelen dan dat het een verschil in indringingsweerstand is. Het deel achterop heeft een van nature hoger OS% waardoor er gedurende het seizoen meer mineralisatie optreedt, zeker in seizoenen met voldoende vocht. Dat zal vermoedelijk de oorzaak zijn van de verschillen in opbrengst tussen de beide locaties. De grafiek laat mooi zien dat sommige perceelsdelen duidelijk meer potentie hebben dan andere perceelsgedeeltes.

Grafiek 13: Vergelijking uitbetalingsgewicht voorop en achterop





3.4 Variatie binnen percelen

Naast proeven die ons meer inzicht moeten verschaffen in de wijze waarop we in de toekomst variatie binnen het perceel kunnen verkleinen is het een aantal stappen eerder in het proces van belang om te ontdekken wat de oorzaak is van de variatie binnen de percelen. Deze paragraaf beschrijft wat in 2008 de achterliggende oorzaken waren voor de variatie binnen percelen. De variatie is bepaald door op ongeveer 40 locaties binnen de percelen opbrengst- en kwaliteitsbepalingen uit te voeren. De locaties waren exact gelijk aan die van 2006 en 2007 zodat ook inzicht wordt verkregen in de mate waarin de variatie over de jaren heen gelijk is zoals vaak wordt beweerd. Wel zijn er een aantal plotjes afgefallen omdat in 2007 en ook in 2008 diverse proeven zijn aangelegd in de percelen, deze proeven overlappen af en toe enkele van de plotjes zodat ze voor dat doel niet meer bruikbaar zijn.

Figuur 1: overzicht oorzaken variatie in groei in een gewasrotatie van 4 jaar op 3 verschillende percelen.

Oorzaken	2006	2007	2008	2009
67A	OS, NO3-N, Mg (66%)	Legering / nat bij oogst (OS%) EC, B, P, Mg (44%)	Ca, Na, K, Mg, P, I500, I300, OS (77%)	Na, Cl, Fe, P_AL, I300, OS (64%)
69A	OS, EC, Cu, Zn (22%)	pH-KCl (32%)	P, K, EC, NO3-N (42%)	Mg, pH-KCl, OS, I300 (46%)
70A	I300, Pw, Mn, Cu, Zn (64%)	OS, Zn, Cl (37%)	pH-KCl, I500 (79%)	Cl, P, OS, EC, I500 (78%)

Figuur 1 is een samenvatting van de variatie die er de afgelopen jaren is gemeten binnen de percelen en de oorzaken die hieraan ten grondslag lagen. Wanneer gesproken over de gemeten variatie wordt er gedoeld op de variatie in opbrengst aan het einde van het seizoen. Die variatie is de variatie die voor agrarisch ondernemers van belang is omdat juist dat financiële consequenties heeft voor hen.

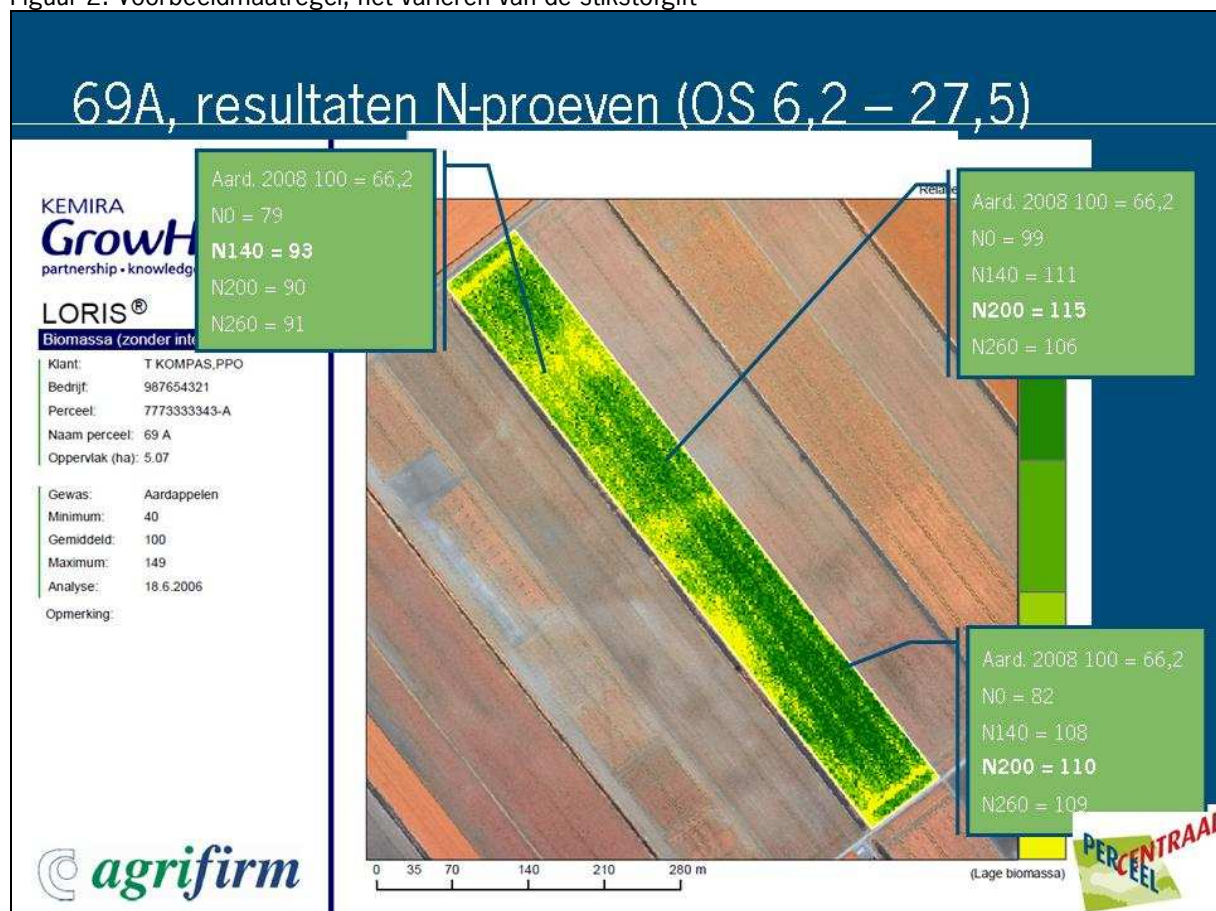
De figuur beoordelend komt naar voren dat er een hele hoop oorzaken te benoemen zijn die een effect hebben op de variatie in opbrengst. Wel is het opvallend dat een aantal oorzaken vaker naar voren komt. Organische stof (OS) is zo'n oorzaak en ook de indringingsweerstand (I300 en I500) is zo'n oorzaak. Naast het feit dat deze oorzaken vaak voorkomen is het daarnaast ook zo dat deze twee oorzaken ook een belangrijk gewicht hadden in het percentage verklaarde variantie. Advies richting ondernemers is dan ook

om met name te concentreren op deze 2 oorzaken, daarmee wordt een aantal stappen voorwaart gezet ten opzicht van de huidige rendementen, vanuit daar kan vervolgens gekeken worden naar de volgende te nemen stappen.

Uit de figuur blijkt overigens dat het ons niet gelukt is om met behulp van de gemeten waarden voor alle percelen een mooie analyse te maken. Perceel 69A bijvoorbeeld is een perceel waar we met de ons beschikbare parameters niet verder zijn gekomen dan 42% verklaarde variantie. Kennelijk spelen daar nog andere oorzaken een rol die niet zijn gemeten, nader onderzoek daarnaar zou voor dit perceel gewenst zijn. Daarnaast valt uit de grafiek ook op te maken dat niet ieder jaar even geschikt is om verklaarde variantie te analyseren. 2007 bijvoorbeeld was een jaar waarin we niet boven 44% verklaarde variantie zijn uitgekomen. In andere jaren kwamen we tot 80%.

Het is een kostbare zaak (financieel gezien) om net als bij de proefpercelen, een aantal jaren lang 40 grondmonsters te steken per perceel ten einde een duidelijk antwoord te kunnen geven op de oorzaken van het achterblijven in groei op sommige plekken binnen het perceel. Binnen perceelcentraal is echter geconstateerd dat er ook andere manieren zijn, eenvoudiger manieren, waarop deze variatie in beeld kan worden gebracht. Om ondernemers daar mee aan de slag te kunnen laten gaan is er binnen PerceelCentraal door de partners een checklist ontwikkeld waarin mogelijke oorzaken benoemd zijn. Op basis van een biomassakaart kan een ondernemer de variatie van het perceel meten, de checklist helpt bij het zoeken naar oorzaken. Eventueel dienen een aantal aanvullende monsters genomen te worden, grondmonsters, gewasmonsters, aaltjesmonsters, etc. maar veelal zal die informatie afdoende zijn om een beeld te vormen van de variatie binnen het perceel. Dat is de basis voor het treffen van de juiste maatregelen.

Figuur 2: Voorbeeldmaatregel, het variëren van de stikstofgift



Figuur 2 geeft een beeld van de mogelijkheden die er zijn om bijvoorbeeld in te spelen op de variatie in organische stof. Dat kan bijvoorbeeld met het variëren van de N-gift, er van uitgaande dat er bij verschil in organische stof ook verschil in mineralisatie zal zijn waardoor er ook verschil in stikstof beschikbaarheid is. Deze methode wordt door ondernemers in de praktijk al jaren toegepast waarbij ze uitgaan van de eigen kennis en ervaring die ze bij het perceel hebben.

Uit figuur 2 blijkt dat de methode werkt, op één deel van het perceel is 140 kg N/ha afdoende is terwijl een ander deel van het perceel 200 kg N/ha nodig heeft om de hoogste opbrengst te realiseren. Variabel stikstof strooien kan dus helpen bij het optimaliseren van de gewasopbrengst. Het is echter niet het antwoord op het egaliseren en homogeniseren van de opbrengst en kwaliteit, de vraag is ook of dat nodig is.

Op het bovenste blok van het perceel wordt met 140 kg N/ha een opbrengst van 93% gerealiseerd. Dat is onder het perceelsgemiddelde (100%) maar de objecten in de proef leren ons dat 200 of 260 kg N/ha een opbrengst van respectievelijk 90 en 91% oplevert. Dat is voor die plek in het perceel dus geen winst. Het middelste blok in de figuur realiseert bij 200 kg N/ha een opbrengst van 115%, 15% hoger dan het perceelsgemiddelde. Het onderste blok levert met 200 kg N/ha een opbrengst van 110%, echter met 140 kg N/ha zou al een opbrengst van 108% gerealiseerd worden. Het is de vraag of die 2% opbrengst de 40 kg extra stikstof waard is, zeker wanneer gebruiksnormen naar de toekomst toe verder onder druk komen te staan. Het optimaliseren van de N-gift, op basis van de potentie van het perceelsdeel kan ondernemers helpen om binnen de gestelde kaders maximaal te profiteren van de inputs.

4 Slotbeschouwing

Perceel centraal in een 4 – jarige rotatie Aanleiding Perceel Centraal

De groei op het perceel is de basis voor het optimale bedrijfsresultaat. Verschillen binnen percelen, bijvoorbeeld in gewasgroei oftewel biomassa, zijn vaak oorzaak voor verschillen in opbrengst. Gewassen binnen een bouwplan hebben niet hetzelfde optimum. Precisielandbouw biedt mogelijkheden door de verschillen in biomassa in beeld te brengen om vervolgens gericht deze verschillen aan te pakken. Alles met het doel van rendementsverbetering. Het doel van de inzet van precisielandbouwtechnieken is om bouwplanbreed binnen het perceel verschillen aan te pakken en daarmee optimale groeiomstandigheden te creëren. Hierbij wordt de LORIS techniek ingezet voor het opsporen van verschillen. Op basis van de binnen het project ontwikkelde checklisten worden oorzaken in het veld opgespoord. Perceelsverbeteringen zijn gericht op opbrengst- en kwaliteitsverbetering; homogeniseren van de kwaliteit.

Op het PPO-bedrijf zijn in 2006 alle percelen gescanned m.b.v. Loris. Op basis van de binnen het perceel geconstateerde verschillen in biomassa zijn enkele percelen uitgezocht voor verder (deel)onderzoek gedurende een 4-jarige rotatie. Dit waren de percelen 67A, 69A, 70A en EK1. Jaarlijks kon hierbij gebruik worden gemaakt van 2 percelen aardappelen, een perceel bieten en een perceel zomergerst.

2006

In 2006 waren op perceel 70A grote verschillen zichtbaar in de hoeveelheid biomassa en ook groei van de bieten. Droogteschade als ook aantasting door trichodoriden zijn in het veld waargenomen op basis van de biomassa. Ook in gerst zijn op perceel EK1 grote verschillen geconstateerd in zomergerst, waarbij een verschil in biomassa resulteerde in een groot verschil in kwaliteit. Om de verschillen in biomassa te kunnen relateren aan verschillen in bodem zijn gelijk in 2006 zo'n 40 monsterplekken per perceel ingemeten op basis van de verschillende biomassazones. Op deze plekken zijn gedurende het 4-jarige onderzoek de opbrengst en de kwaliteit bepaald en zijn bodemmonsters genomen die bij ALTIC d.m.v. spurway-plus zijn geanalyseerd. In het jaar 2006 waren de verschillen zoals deze zichtbaar waren op de kaarten ook duidelijk terug te herkennen in het veld. Vooral bij de aardappelen waren de verschillen in biomassa tot het einde van het groeiseizoen goed zichtbaar.

2007

In 2007 zijn de eerste detailproeven aangelegd. Een centrale vraag vanaf het begin van het project was de vraag of de gemeten biomassa een indicatie geeft voor de optimale stikstofgift in het jaar daarna. Ook in 2007 toonden de verschillen op de kaart zich ook duidelijk in het veld. Zelfs de afzonderlijke plots van 3*12 meter in de bemestingsproeven waren goed zichtbaar. Tot het eind van het groeiseizoen bleven de verschillen in de aardappelenpercelen en proeven goed zichtbaar. Opnieuw zijn de verschillende monsterplekken bemonsterd en zijn bodemmonsters geanalyseerd. In 2007 is deelonderzoek uitgevoerd naar optimale stikstofgift bij zetmeelaardappelen, suikerbieten en zomergerst en is een proefveld aangelegd naar de optimale pH in bouwplanverband. Ook is nog een kleine proef aangelegd met bladbemesting op het eind van het groeiseizoen bij zetmeelaardappelen waar vroegtijdig afrijping zichtbaar was.

2008

In 2008 waren in gerst, met voorvrucht aardappelen, de verschillende stikstoftrappen zoals deze in aardappelen hadden gelegen goed zichtbaar. Bij onvoldoende bemesting worden er blijkbaar meer voedingsstoffen onttrokken dan er is bemest. Dit resulteerde in een lager aanbod van voedingsstoffen, wat zich openbaarde in een lagere hoeveelheid biomassa. Net als in vorige jaren was het resultaat van de biomassa kaarten goed zichtbaar in het veld. Bij het gewas suikerbieten lijken de verschillen soms "tegengesteld". Opnieuw waren de stikstoftrappen in aardappelen en gerst goed zichtbaar op de biomassa kaarten van de verschillende percelen. Er is deelonderzoek stikstofbemesting uitgevoerd in gerst en aardappelen. In 2008 is er bovendien een eerste start gemaakt om plaats specifiek te bemesten in zomergerst op basis van de biomassa waarden van het jaar of twee jaar daarvoor.

2009

Ook in 2009 waren de biomassa-kaarten goed herkenbaar in het veld. Ook de stikstoftrappen waren opnieuw goed zichtbaar. Opnieuw zijn de monsterplekken geoogst en is een relatie onderzocht naar de bodemanalyses. Deelonderzoek is uitgevoerd naar de effecten van verschillende stikstofgiften in gerst en aardappelen, het effect van pH, het effect van diepe grondbewerking evenals plaats specifieke stikstofbemesting in gerst en aardappelen. In gerst is op basis van de trappenproef van 2007 en 2008 een proefveld aangelegd met variabele bemesting. Ook in 2009 was de stikstofbehoefte echter hoog, zodat ieder besparing op stikstof, als gevolg van een gemiddeld lagere gift bij het variabel bemesten, resulteerde in een lagere opbrengst. In aardappelen is ook variabel bemesten vergeleken met een éénmalige standaardgift. Net als bij de gerst resulteerde een besparing op stikstof, als gevolg van een gemiddeld lagere gift in een lager uitbetalingsgewicht. In 2009 is ook consequent met de CropScan gemeten in de bemestingsproeven met zetmeelaardappelen en gerst. Hieruit blijkt dat de gemeten indexwaarden in juni en juli bij aardappelen een goede voorspelling kunnen geven van het te verwachten uitbetalingsgewicht. Dit éénjarige onderzoek verdient dan ook voortzetting.

Meerjarige resultaten op perceelsniveau

Van perceel 69A is een overzicht gemaakt van de verschillende stikstofproeven in de verschillende jaren in de verschillende gewassen. Hieruit blijkt dat stikstof soms een duidelijk opbrengstverklarende factor is, maar ook dat in sommige jaren op enkele delen van het perceel niet een opbrengstverklarende factor is. In combinatie met de opbrengsten en bodemeigenschappen op de verschillende plots is d.m.v. geostatistiek een goed inzicht ontstaan in de opbrengstverklarende factoren. Ook op dit perceel blijkt met name het organische stofgehalte van de bouwvoor en indringingsweerstand zeer belangrijke opbrengstverklarende factoren te zijn. In de herfst van 2008 is daarom ook een proef met diepe grondbewerking aangelegd met een vergelijking tussen een woeler (werkdiepte 60 centimeter) en een vaste tandcultivator (werkdiepte 45 centimeter). De hypothese achter dit onderzoek was dat als storende lagen worden losgemaakt wortels naar grotere diepte gaan en daardoor meer vocht en voedingsstoffen kunnen opnemen. De proef is op 2 plekken aangelegd, op een zandkop waar duidelijk sprake was van een storende laag in de laag gelijk onder de bouwvoor en op een meer humeuze plek waar van een mechanische belemmering van de worteling geen sprake was. Door metingen met de penetrometer voor de aanleg van de proef en een herhaling in het voorjaar kon goed het effect van de verschillende bewerkingen worden aangetoond. De bodem was tot bewerkingsdiepte duidelijk losser. Het jaar 2009 kenmerkte zich echter door voldoende vocht in de voor knolproductie belangrijke maanden juli en augustus. In augustus zijn boringen in de grond uitgevoerd en er kon een duidelijke relatie worden aangetoond tussen hoeveelheid wortels in een bepaalde bodemlaag en de bewerkingsdiepte. Op zowel de zandkop als op het humeuze deel van het perceel gaan de wortels dieper de grond in als de ondergrond is losgemaakt. Opmerkelijk is hierbij dat dit ook op het humeuze deel gebeurde. Immers op deze plek was geen sprake van een te grote mechanische weerstand in de ondergrond. In oktober konden significante opbrengstverschillen worden aangetoond als gevolg van het woelen op het humeuze proefveld. Op de zandkop had de diepe bewerking geen grote invloed op de opbrengst. Dit kan verklaard worden uit het feit dat er in juli en augustus voldoende regen viel. Op het humeuze deel was het opvallend dat het loof langer groen bleef (langer productief loof) en dat daardoor ook een hogere opbrengst werd gerealiseerd. Dit brengt ons wel bij de vraag in hoeverre dan wellicht alle gronden gewoeld zouden moeten worden.

Eindconclusies 4 jaar perceel centraal

- Er zijn door middel van LORIS goede mogelijkheden om verschillen in biomassa in kaart te brengen.
- De biomassa-kaarten geven een goede handreiking in het opsporen van oorzaken voor de gemeten verschillen.
- Het doorlopen van de ontwikkelde checklisten geeft stapsgewijs de oorzaak van de geconstateerde verschillen. Bovendien worden er suggesties voor verbetering aangedragen.
- Precisielandbouw biedt kansen, zeker voor de veenkoloniën waar ondernemers in moeten spelen op de soms grote variatie die er binnen de percelen is.