

Resultaten precisieketen zomergerst

Verslag van de statistische analyse over de jaren 2003 - 2005

Jan Nammen Jukema (PPO-Agv)

Korine Vogelzang (Agrifirm)

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd, 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.



Projectnummer: 3250116700

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
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 | 4 |
| 1 MATERIALEN EN METHODEN..... | 5 |
| 1.1 Yara N-sensor..... | 5 |
| 1.2 De Mol (The Soil Company)..... | 5 |
| 1.3 EM 38 (Altic)..... | 6 |
| 1.4 Opbrengstbepaling | 6 |
| 2 PROEFOPZET | 7 |
| 2.1 Teeltjaar 2003 | 7 |
| 2.2 Teeltjaar 2004 | 8 |
| 2.3 Teeltjaar 2005 | 9 |
| 3 RESULTATEN | 10 |
| 3.1 Resultaten 2003..... | 10 |
| 3.2 Resultaten 2004..... | 12 |
| 3.3 Resultaten 2005..... | 16 |
| 4 DISCUSSIE | 18 |
| 5 CONCLUSIES | 20 |
| LITERATUUR..... | 21 |
| BIJLAGE 1 NEERSLAGCIJFERS OPTICROP WEERSTATION TE ROLDE | 22 |

Inleiding

Dit rapport beschrijft een deel van de resultaten vanuit het project "De precisieketen". "De precisieketen" is een project welke een looptijd had van 2003 – 2006. Het project speelde zich af op de Veenkoloniën, op bedrijven van ongeveer 18 telers. Het betreft hier in alle gevallen bedrijven op de zand- en dalgronden. De doelstelling van het project was het verbeteren van het ketenrendement van de brouwgerst teelt. Daarnaast werd het ketenrendement van brouwgerst gebruikt als toets voor opbrengstverbeteringen van de volgteelten. Het project is breder opgezet dan alleen het inzetten van precisielandbouwtechnieken, binnen dit rapport wordt echter dit aspect van het project uitgelicht.

Tussen 2003 en 2006 heeft Agrifirm binnen het project "de precisieketen" een groot aantal metingen verricht op diverse percelen brouwgerst met verschillende precisielandbouw technieken. Daarnaast zijn ook enkele percelen suikerbieten en zetmeelaardappelen gemeten. Op ieder perceel is telkens een kwaliteitsanalyse en een opbrengstbepaling uitgevoerd. PPO heeft in opdracht van Agrifirm de statistische verwerking van de meetgegevens uitgevoerd. Dit rapport beschrijft de manier waarop tewerk is gegaan en de verschillende systemen die zijn gebruikt. Het rapport ontsluit de resultaten uit het project.

Binnen het project is gebruik gemaakt van de Yara N-sensor, de Mol, de EM 38 en zijn er opbrengstbepalingen uitgevoerd in granen met behulp van een dorsmachine. In hoofdstuk één wordt globaal de werking van deze vier toegepaste precisielandbouw systemen beschreven.

Er zijn over de vier projectjaren tal van metingen verricht om een relatie vast te kunnen stellen tussen de diverse meetsystemen en de opbrengst en kwaliteit van de brouwgerst. Daarnaast zijn er een aantal experimenten opgezet om te proberen de variatie in kwaliteit en opbrengst te verkleinen. De manier waarop deze proeven en experimenten zijn opgezet staat in hoofdstuk twee beschreven evenals de wijze waarop de statistische analyse is uitgevoerd.

De resultaten uit de verschillende onderzoeken en experimenten staan beschreven in hoofdstuk drie. Zo is er aandacht voor de relatie tussen de biomassa (Yara N-sensor) en de opbrengst / kwaliteit. Maar ook de relatie tussen de Mol en EM 38 ten opzichte van de biomassa en opbrengst / kwaliteit wordt onder de loep genomen. Ook wordt het effect van de verschillende (bij)bemestingssystemen weergegeven.

In hoofdstuk 4 wordt op basis van de in de vorige hoofdstukken verkregen informatie een discussie gevoerd ten aanzien van de verschillende opties die er zijn om de variatie in beeld te brengen. Daarnaast wordt ook gediscussieerd over de beste methode van bemesten voor wat betreft brouwgerst.

Hoofdstuk 5 is het slothoofdstuk waarin de conclusies getrokken worden naar aanleiding van het project "de precisieketen"

1 Materialen en methoden

Binnen het project "de precisieketen" is een 4-tal precisielandbouw systemen getest die tijdens de duur van het project voor de praktijk beschikbaar waren. De 4 systemen passen binnen één van de doelstellingen van het project, namelijk het in kaart brengen van de oorzaken van gewas variatie binnen percelen. Daar waar "De Mol" en "EM 38" rechtstreeks metingen aan de bodem verrichten meten de "Yara N-sensor" en de "Opbrengstbepaling" respectievelijk het gewas en de eindopbrengst. Deze laatste twee systemen kunnen direct iets over de variatie van het gewas zeggen en omdat gewasontwikkeling en opbrengst mede afhankelijk zijn van de bodem zeggen ze indirect onder andere ook iets over de bodem.

1.1 Yara N-sensor

De Yara N-sensor bepaalt de stikstofbehoefte van een gewas door de lichtreflectie van het gewas te meten.



Met deze informatie kan de N-sensor het gewas meten, de data (met behulp van rekenregels) vertalen naar een stikstofgift en een signaal zenden naar de kunstmeststrooier of de veldspuit, welke de afgifte aan zal passen aan de door de N-sensor gemeten waarde. De gemiddelde N-gift wordt, voorafgaand aan de bemesting, bepaald door de teler door middel van het kalibreren van de N-sensor. Hiervoor wordt een strook van ongeveer honderd meter binnen het perceel met de N-sensor gemeten. Aan deze strook wordt een N-gift gekoppeld.

Als alternatief kan de N-sensor ook ingezet worden voor alleen het meten van de lichtreflectie van het gewas. Het resultaat is

een biomassakaart welke de variatie in groei binnen een perceel in kaart brengt. Telers kunnen met behulp van deze informatie de sterke en zwakke plekken binnen een perceel analyseren en hier hun bemestingsstrategie op aanpassen.

1.2 De Mol (The Soil Company)

Bodems vervallen en hierbij komt natuurlijke gammastraling vrij. Een sensor (de Mol) registreert deze



gammastraling van de bovenste 30 cm van de bodem in vier meetwaarden, zogenaamde nuclidien. Een GPS ontvanger registreert de positie van de metingen. Op enkele plekken op het perceel worden bodemonsters genomen om het systeem te kunnen ijken. De monsters worden geanalyseerd (organische stof, lutum en voedingselementen). Op basis van de sensorwaarden en bodemanalyse wordt met algoritmen (rekenregels) de variatie van organische stof, textuur (zand en lutum fracties), voedingselementen en risico's van bijvoorbeeld nematoden,

verslepen en verstuiven berekend en in kaarten weergegeven. De werkbreedte varieert tussen de 6 en 20 meter en iedere seconde vindt een meting plaats. De rijnsnelheid bedraagt 5 à 6 km/uur.

1.3 EM 38 (Altic)

Met behulp van elektromagnetische inductie (EM38) wordt de elektrische geleidbaarheid van de bodem bepaald. Per hectare worden ongeveer 600 metingen gedaan. Het scannen gebeurt op twee dieptes, 0 - 65 cm diepte en 0 - 150 cm diepte. De kaarten die dit oplevert geven verschillen in geleidbaarheid van de bodem weer. Deze verschillen kunnen worden veroorzaakt door structuur van boven en/of ondergrond, textuur, profielopbouw en vochtigheid van de bodem. De oorzaak van de verschillen moet door uitbreider (Bodem) onderzoek aan het licht komen. Profielkartering en plaats specifieke grondmonsters zijn onderdeel van deze verdere analyse.



1.4 Opbrengstbepaling

Een dorsmachine uitgerust met (D)GPS, vochtsensor en ketsplaat meet de volumestroom die per tijdseenheid door de elevator vervoerd wordt. Door de werkbreedte van het maaibord in te stellen kan berekend worden wat de opbrengst is. Tijdens het dorsen wordt de opbrengst gekoppeld aan een geografische locatie waardoor een beeld ontstaat van de opbrengstverschillen binnen een perceel. De opbrengst kan teruggerekend worden naar 15% vocht (standaard vocht% bij afrekenen) voor een goed vergelijk. Doorgaans dient de dorsmachine, voor een absolute opbrengstbepaling, geijkt te worden aan de hand van een gewichtsbepaling van het graan in een kiepwagen over een weegbrug. De meetwaarde van de dorsmachine wordt op basis hiervan gecorrigeerd.



2 Proefopzet

Alle metingen en proeven zijn uitgevoerd op praktijkpercelen van aan het project deelnemende telers. Met name op het kernbedrijf van het project, Mts. Wigchering-Germs, zijn veel metingen uitgevoerd en is een aantal proeven aangelegd. Bij het tot stand komen van de proefopzet heeft overleg plaatsgevonden tussen Agrifirm en PPO.

2.1 Teeltjaar 2003

Het eerste projectjaar, 2003, bestond vooral uit het verzamelen van data. Van de deelnemende telers is één perceel gerst geselecteerd welke in dit eerste jaar één keer gemeten is met de Yara N-sensor. Om het gewas zo weinig mogelijk plat te rijden is qua werkmethode aangesloten bij de gangbare praktijk van de Yara N-sensor en is door de spuitsporen gereden om het gewas te meten. Per perceel kan hierdoor de werkbreedte van de N-sensor variëren, afhankelijk van de breedte van de veldspuit van de betreffende teler. Er zijn in 2003 in totaal 16 percelen gemeten met de N-sensor. Twee percelen zijn 2 keer gemeten, de eerste meting vond plaats op 30 mei 2003, dit was een testmeting, en de tweede meting vond plaats op 13, 14 of 16 juni 2003. Bij deze percelen kon tevens geanalyseerd worden wat het beste meetmoment is. Om een link naar de kwaliteit te kunnen leggen is op ieder perceel op 9 locaties een monster genomen tijdens de oogst. Op basis van de biomassakaart zijn de locaties uitgekozen. Percelen zijn verdeeld in delen met een hoge, een gemiddelde en een lage biomassa. Uit iedere klasse zijn vervolgens drie monsterlocaties gekozen. De monsterlocaties zijn met markeerpiketten aangeduid, de telers hebben tijdens het oogsten een monster uit de opslagtank van de maaidorsers gestoken. Van die monsters is het eiwitgehalte, het vochtpercentage en het volgerst percentage bepaald. Van die locaties zijn tevens de coördinaten vastgelegd, de monsters waren representatief voor dat deel van het perceel. Op die percelen waar een opbrengstmeter op de dorsmachine beschikbaar was is ook de opbrengst bepaald, dit was op zes percelen het geval, alle zes de percelen waren in eigendom van dezelfde teler.

In de herfst van 2003 zijn 12 van de 16 percelen in kaart gebracht met het systeem "De Mol" van The Soil Company. Daarnaast is op drie van de 16 percelen een opname gemaakt met de EM 38 welke door Altic aangeboden werd. Twee percelen zijn zowel door De Mol als ook door de EM 38 in kaart gebracht.

De biomassa, opbrengst en bodemkaarten (de Mol en EM 38) zijn in afstand van elkaar variërende banen over het hele perceel gemeten. Voor de correlatieberekening zijn deze variabelen ingeschat op de 9 locaties van de kwaliteitsmonsters met behulp van Inverse Distance Weighting (IDW)¹. Met deze informatie zijn de correlaties² berekend tussen de diverse variabelen. Correlaties > 0,67 zijn significant (P=0,05).

Tabel 1: Overzicht van in 2003 uitgevoerde metingen

| Nr. | Kwaliteit | Biomassa begin mei | Biomassa half juni | Biomassa begin juli | Opbrengst | De Mol | EM38 (2004) ³ |
|-----|-----------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|--------|--------------------------|
| 1 | + | | + | | | + | |
| 2 | + | | + | | | + | |
| 3 | + | | + | | | + | |
| 4 | + | | + | | | + | |
| 5 | + | | + | | | + | |
| 6 | + | | + | | | + | |
| 7 | + | | + | | | + | |
| 8 | + | | + | | | | |

¹ IDW is een proces waarbij onbekende waarden van bepaalde locaties worden berekend, gebruikmakend van bekende waarden, verspreid over het veld. (Wikipedia)

² een (lineaire) samenhang tussen twee reeksen uitgedrukt in 1 of -1 bij hoge correlaties en 0 bij geen correlatie. (Wikipedia)

³ De percelen zijn in 2004 met de EM38 gescand, het betroffen echter percelen die in 2003 met de N-sensor zijn gemeten waardoor de data in de analyse van 2003 is meegenomen.

| Nr. | Kwaliteit | Biomassa begin mei | Biomassa half juni | Biomassa begin juli | Opbrengst | De Mol | EM38 (2004) ³ |
|-----|-----------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|--------|--------------------------|
| 9 | + | | + | | | | |
| 10 | + | | + | | | | |
| 11 | + | + | + | + | + | + | + |
| 12 | + | | + | | + | + | |
| 13 | + | | + | | + | + | |
| 14 | + | | | | + | | + |
| 15 | + | + | + | + | + | + | + |
| 16 | + | | + | | + | + | |

2.2 Teeltjaar 2004

Op basis van de goede ervaringen uit teeltjaar 2003 is er voor 2004 voor gekozen om op een achttal percelen een plaatsspecifieke bijbemesting in brouwgerst uit te voeren. Deze percelen zouden allemaal 10 – 20 kg stikstof minder toegediend krijgen aan de basis, wat later in het seizoen plaatsspecifiek, afhankelijk van de behoefte van het gewas, aangevuld is met behulp van de N-sensor. Op alle percelen zijn 3 metingen uitgevoerd met de N-sensor, dit om het ideale meetmoment vast te stellen. Daarnaast is nog een aantal (nieuwe) percelen met "De Mol" gemeten en is een aantal percelen gemeten met de EM38. In het geval van de EM38 betref het percelen die in 2003 gevolgd zijn met de N-sensor, de percelen zijn dan ook in de statistische analyse van 2003 verwerkt. Evenals in 2003 is ook in 2004 de kwaliteit van de gerst bepaald door het nemen van 9 monsters tijdens de oogst. Naast eiwit, volgerst en vocht is echter ook het duizendkorrelgewicht bepaald, evenals doorval en het percentage korrels > 2,8 mm. De huidige rassen blijken een dermate hoog volgerst percentage (korrels > 2,5 mm) te kennen dat op basis van die parameter geen onderscheid meer gemaakt kan worden. Bij een korrelgrootte van 2,8 mm of groter worden verschillen weer zichtbaar. Ook is op een aantal percelen de opbrengst bepaald met behulp van een opbrengstbepaler op de dorsmachine, het aantal percelen wat op deze manier is geanalyseerd kon opgeschaald omdat een extra dorsmachine is uitgerust met deze techniek.

Tabel 2: Overzicht van in 2004 uitgevoerde metingen

| Nr. | Kwaliteit | Bio. 10-05-04 | Bijbemesting 02-06-04 | Bio. 14-06-04 | Bio. 05-07-04 | Opbrengst |
|-----|-----------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|-----------|
| 1 | | + | | + | + | |
| 2 | | + | | + | + | |
| 3 | + | | | + | + | |
| 4 | + | | | + | + | |
| 5 | + | + | | + | | |
| 6 | + | + | | + | + | |
| 7 | + | + | | + | + | |
| 8 | + | + | | + | + | |
| 9 | + | + | | + | + | |
| 10 | + | + | | + | + | |
| 11 | + | + | | + | + | |
| 12 | + | + | | + | + | |
| 13 | + | + | + | + | + | |
| 14 | + | + | + | + | + | |
| 15 | + | + | + | + | + | |
| 16 | + | + | + | + | + | |
| 17 | + | + | + | + | + | |
| 18 | + | + | | + | + | + |
| 19 | + | + | | + | + | + |
| 20 | + | + | + | + | + | + |
| 21 | + | + | + | + | + | + |
| 22 | + | + | + | + | + | + |

2.3 Teeltjaar 2005

Teeltjaar 2005 is een herhaling van zetten ten opzichte van teeltjaar 2004. Wederom zijn er tijdens het groeiseizoen percelen bijbemest met behulp van de N-sensor. Daarnaast is op één perceel geëxperimenteerd met een plaats specifieke basisbemesting op basis van een biomassa kaart van een teeltjaar eerder.

Tabel 3: Overzicht van in 2005 uitgevoerde metingen

| Nr. | Kwaliteit | Biomassa 14-05-05 | Biomassa 03-06-05 | Bijbemest | Opbrengst |
|-----|-----------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|
| 2 | | + | + | | |
| 3 | | + | | | |
| 4 | + | + | + | + | + |
| 5 | + | + | + | | |
| 6 | + | + | + | | |
| 7 | + | + | + | + | + |
| 8 | + | + | + | | + |
| 9 | + | + | + | + | + |
| 10 | + | + | + | + | + |
| 11 | + | + | + | | |
| 12 | + | + | | | |
| 13 | + | + | + | + | |
| 14 | + | + | + | | + |
| 15 | + | + | + | | |
| 16 | + | + | + | | |
| 17 | + | + | + | + | + |
| 18 | + | + | + | | + |
| 19 | + | + | + | | + |
| 20 | + | + | + | + | |
| 21 | + | + | + | + | |
| 22 | + | + | + | + | |
| 23 | + | + | + | | |

3 Resultaten

De resultaten van dit drie jarig onderzoek zullen in dit hoofdstuk jaar voor jaar worden uitgewerkt. Voorbeeldpercelen bij het bespreken van de resultaten zullen voornamelijk percelen zijn waarop ook een opbrengstbepaling is uitgevoerd, deze percelen leveren enorm veel extra informatie op doordat de diverse gemeten parameters gekoppeld kunnen worden aan opbrengst.

3.1 Resultaten 2003

Tabel 4 geeft de correlaties weer tussen de verschillende parameters die in één jaar op een bepaald perceel zijn gemeten, in dit geval betreft het perceel 11 uit tabel 1. Op dit perceel zijn alle systemen getoetst. Het geteelde gewas betrof in 2003 zomergerst van het ras Prestige. De groen gearceerde waarden zijn significant.

Tabel 4: Correlatiematrix van de gemeten kenmerken op de 9 plaatsen waar kwaliteit gemeten is.

| | %Eiwit | %Vocht (lab) | %Volgerst | Bio 3-5-03 | Bio 3-7-03 | %OS | Opbr | %Vocht |
|---------------|--------|--------------|-----------|------------|------------|------|-------|--------|
| % Eiwit | 1.00 | | | | | | | |
| % Vocht (lab) | -0.05 | 1.00 | | | | | | |
| % Volgerst | -0.72 | 0.44 | 1.00 | | | | | |
| Biom 3-5-03 | 0.01 | -0.63 | 0.06 | 1.00 | | | | |
| Biom 3-7-03 | -0.09 | 0.63 | 0.55 | 0.09 | 1.00 | | | |
| % Org. Stof | -0.33 | 0.11 | 0.67 | 0.53 | 0.68 | 1.00 | | |
| Korrel (t/ha) | -0.37 | -0.54 | 0.33 | 0.86 | 0.20 | 0.62 | 1.00 | |
| % Vocht | -0.07 | 0.80 | 0.58 | -0.06 | 0.90 | 0.52 | -0.04 | 1.00 |

Uit de cijfers van tabel 4 komt naar voren dat er een duidelijke relatie bestaat tussen het Eiwit % en het volgerst %. Een negatieve relatie welteverstaan. Dat wil zeggen dat een hoger volgerst % gepaard gaat met een lager eiwitgehalte. Grotere korrels (> volgerst %) hebben een groter zetmeellichaam waardoor procentueel het eiwitgehalte daalt.

Het vocht % staat twee keer genoemd in dit overzicht, het betreft een vochtanalyse op het Agrifirm laboratorium (vocht (lab)) te Meppel en een vochtanalyse op de dorsmachine.

Het Organische stof gehalte is bepaald door De Mol van The Soil Company. Er is een significante relatie met het volgerst percentage. Op plaatsen met een hoog OS% kon de korrel zich beter doorontwikkelen omdat er op die plaatsen meer vocht beschikbaar was en een hogere N-nalevering, de negatieve relatie met het eiwit%, zij het niet significant, bevestigt dit beeld.

Opvallend is de zeer sterke relatie tussen de biomassameting van 2 mei en de korrelopbrengst. Al vroeg in het seizoen was de biomassa een goede graadmeter voor de opbrengst. Opvallend is ook de zwakke correlatie die er is tussen de biomassa op 3 juli en de uiteindelijke opbrengst. De reden van deze zwakke correlatie moet gezocht worden in het groeistadium van het gewas op dat moment. Het gewas staat al een hele poos in aar en het gewas is, zo kort voor oogst nagenoeg afgerijpt. Het blijkt dat er met name een relatie bestaat tussen de hoeveelheid bladgroen (chlorofyl) en de uiteindelijke opbrengst, een afgerijpt gewas bevat nauwelijks nog chlorofyl.

De sterke relatie tussen de biomassa meting van juli en het vocht% lijkt logisch, hoe dichter de stand van het gewas tijdens de oogst hoe langer het duurt eer het gewas afrijpt en 's ochtends opdroogt. De oogstomstandigheden en het oogsttijdstip spelen hierbij uiteraard een zeer belangrijke rol.

Tabel 5: Correlatiematrix van de gemeten kenmerken op de 9 plaatsen waar kwaliteit gemeten is.

| | % Eiwit | % Vocht | % Volgerst | Bio 14-6 | Em38 | Korrel (t/ha) | % Vocht |
|---------------|---------|---------|------------|----------|-------|---------------|---------|
| % Eiwit | 1.00 | | | | | | |
| % Vocht | -0.09 | 1.00 | | | | | |
| % Volgerst | -0.18 | 0.34 | 1.00 | | | | |
| Biomassa 14-6 | 0.45 | 0.53 | 0.52 | 1.00 | | | |
| Em38 | -0.23 | 0.70 | 0.14 | 0.11 | 1.00 | | |
| Korrel (t/ha) | 0.28 | 0.01 | 0.41 | 0.69 | -0.57 | 1.00 | |
| % Vocht | 0.16 | 0.75 | 0.49 | 0.69 | 0.43 | 0.35 | 1.00 |

Tabel 5 is een overzicht van het perceel 14 uit tabel 1. Ook bij dit perceel bestaat er een significante relatie tussen de korrelopbrengst en de biomassa evenals het vocht percentage en de biomassa. Aan dit perceel is de meting van de EM38 toegevoegd. EM38 vertoont een significante relatie met vocht in de korrel, waar overigens geen conclusies aan verbonden kunnen worden, een reden voor deze relatie lijkt er niet te zijn. Daarnaast is er een redelijke relatie tussen de korrelopbrengst en de EM38 meting. Hoe lager de EM38 waarde hoe hoger de opbrengst. Met behulp van EM38 meet je de vochthuishouding en de structuur van de bodem afhankelijk van het seizoen (qua weerbeeld) kan de relatie tussen EM38 en de korrelopbrengst dus positief dan wel negatief zijn.

Tabel 6: Correlatiematrix van de gemeten kenmerken op de 9 plaatsen waar kwaliteit gemeten is.

| | % Eiwit | % Vocht | % Volg | Bio 12-6-03 | OS | Em38 | Opbr | % Vocht |
|---------------|---------|---------|--------|-------------|-------|-------|------|---------|
| % Eiwit | 1.00 | | | | | | | |
| % Vocht | -0.08 | 1.00 | | | | | | |
| % Volgerst | -0.31 | 0.06 | 1.00 | | | | | |
| Biom 14-6 | 0.54 | -0.61 | -0.14 | 1.00 | | | | |
| % Org stof | 0.43 | -0.62 | -0.32 | 0.54 | 1.00 | | | |
| Em38 | -0.34 | 0.43 | -0.01 | -0.51 | 0.11 | 1.00 | | |
| Korrel (t/ha) | 0.66 | -0.70 | -0.06 | 0.89 | 0.48 | -0.70 | 1.00 | |
| % Vocht | -0.17 | -0.14 | 0.54 | -0.35 | -0.38 | -0.33 | 0.03 | 1.00 |

Tabel 6 is een overzicht van het perceel 15 uit tabel 1. Uit te tabel komt een duidelijke relatie naar voren tussen de korrelopbrengst en de parameters biomassa en EM38. De relatie met EM38 is, net als bij tabel 5, ook hier negatief, zij het dat de correlatie bij dit betreffende perceel significant is. Ook de relatie met de biomassa van 12 juni 2003 is zeer significant.

Op 14 juni stond het gewas al in aar, echter er was nog steeds sprake van een fitaal gewas met een nog goed ontwikkeld vlaggeblad. Deze periode blijkt voor zomergerst een zeer geschikte periode om het gewas te scannen op biomassa wanneer het doel opbrengst voorspellen betreft.

Tabel 7: Correlatiematrix van de gemeten kenmerken op de 9 plaatsen waar kwaliteit gemeten is.

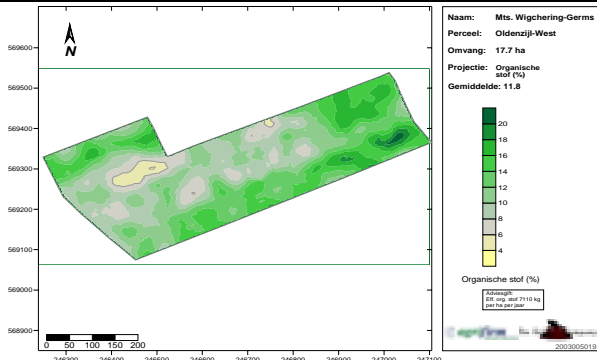
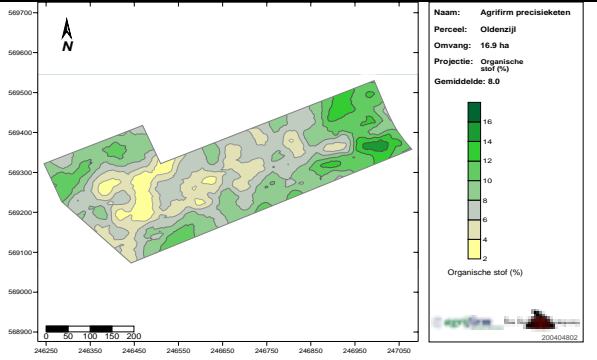
| | %Eiwit | %Vocht | %Volg | Bio 14-6-03 | %OS | Opbr | %Vocht |
|---------------|--------|--------|-------|-------------|-------|------|--------|
| % Eiwit | 1.00 | | | | | | |
| % Vocht | 0.33 | 1.00 | | | | | |
| % Volgerst | 0.06 | 0.07 | 1.00 | | | | |
| Biom 14-6 | 0.69 | 0.72 | 0.07 | 1.00 | | | |
| % Org. Stof | 0.23 | -0.03 | 0.06 | -0.33 | 1.00 | | |
| Korrel (t/ha) | 0.02 | -0.18 | 0.19 | 0.21 | -0.31 | 1.00 | |
| % Vocht | -0.34 | -0.11 | 0.32 | -0.23 | -0.11 | 0.09 | 1.00 |

Tabel 7 betreft een overzicht van perceel 13 uit tabel 1. Het blijkt dat het beeld, ontstaan uit de tabellen 4, 5 en 6 niet consistent is. Tabel 7 geeft een duidelijke significante relatie weer tussen de biomassa gemeten op 14 juni 2003 en het eiwitgehalte. Dit beeld kwam bij de overige percelen veel minder sterk (tabel 5, 6) of niet (tabel 4) naar voren. Daartegenover staat dat er op dit perceel juist een zeer matige correlatie is gevonden tussen de biomassa en de opbrengst.

3.2 Resultaten 2004

In 2004 is wederom een aantal percelen gemeten met het systeem "De Mol" van The Soil Company. Een perceel is daarbij twee jaar achtereenvolgend gemeten. Tabel 8 zet de resultaten van die beide metingen overzichtelijk naast elkaar.

Tabel 8: Vergelijking van meetwaarden De Mol over 2003 en 2004

| Meting "De Mol" 2003 | Meting "De Mol" 2004 |
|---|---|
|  <p> Naam: Mts. Wigcherling-Germis Perceel: Oldenzijl-West Omvang: 17,7 ha Projectie: Organische stof (%) Gemiddelde: 11,8 Organische stof (%) </p> |  <p> Naam: Agrifirm precisieketen Perceel: Oldenzijl Omvang: 16,9 ha Projectie: Organische stof (%) Gemiddelde: 8,0 Organische stof (%) </p> |
| Gemiddeld organische stof gehalte: 11,8 % Gemiddeld K-getal: 18,2 Gemiddeld Pw-getal: 49,1 Gemiddelde pH: 5,1 | Gemiddeld organische stof gehalte: 8,0 % Gemiddeld K-getal: 14,6 Gemiddeld Pw-getal: 40,1 Gemiddelde pH: 5,1 |

Een eerste blik op de beide kaarten doet vermoeden dat er weinig overeenkomst is tussen de twee jaargangen, echter vanwege de verschillen in de schaalverdeling van de legenda is dit beeld enigszins vertekend. Met een kritische blik op de beide kaarten kun je goed de zones binnen het perceel onderscheiden waar het OS% laag is en de zones waar het OS % hoog is. Op beide percelen zijn dit dezelfde zones. Wel opvallend en bodemkundig gezien onverklaarbaar, is het feit dat het gemiddelde OS % van het perceel in één jaar tijd is gedaald met 3,8 % van 11,8 tot 8,0. Het lijkt dat er voor wat betreft het OS % een onnauwkeurigheid in het systeem zit. Dit zou te maken kunnen hebben met de ijking van het systeem. Ieder perceel wordt door middel van 2 á 3 grondmonsters geijkt waarna met een rekenfactor de kengetallen van die grondmonsters voor het gehele perceel worden vertaald. Doordat het systeem niet rechtstreeks het OS % meet maar dit kengetal berekend wordt op basis van afgeleiden kan de werkelijkheid iets afwijken van het berekende.

Van der Molen et al. (2004) hebben in 2004 door het nemen van 51 grondmonsters een r^2 van 0,65 gevonden tussen het geschatte OS % ten opzichte van het berekende OS % van de Mol. Eén van de conclusies uit dat rapport is dat (als enige van de berekende parameters) het berekende OS % een sterke correlatie heeft met zijn referentiekader, het geschatte OS %. Vanuit dat perspectief bekeken is het aannemelijk dat het werkelijke gemiddelde OS % van het perceel vanuit Tabel 8 een waarde tussen 11,8 en 8,0 zou moeten zijn. De praktijk zal uitwijzen of agrariërs genoeg nemen met een dergelijke nauwkeurigheid.

In 2004 is met deelnemende telers afgesproken op een aantal percelen aan de basis een verlaagde N-gift te strooien zodat tijdens het groeiseizoen, op basis van de N-sensor, een bijbemesting uitgevoerd zou kunnen worden. Tabel 9 laat de geplande ten opzichte van de werkelijke basisgift zien met daarbij de bijbemeste hoeveelheid.

Tabel 9: Geplande ten opzichte van werkelijke N-bemesting.

| Perceel | Plan Basis | Basis | Bijbemest | Totaal |
|---------|------------|-------|-----------|--------|
| 1 | 100 | 110 | 5.5 | 115.5 |
| 2 | 70 | 77 | 17.1 | 94.1 |
| 3 | 83 | 93 | 7.3 | 100.3 |
| 4 | 77 | ± 90 | 13.7 | 103.7 |
| 5 | 80 | ± 90 | 6.4 | 96.4 |
| 6 | 70 | 86 | 11 | 97 |
| 7 | 70 | 55 | 27 | 92 |
| 8 | 100 | 100 | 16.8 | 116.8 |

Verreweg de meeste telers hebben hun werkelijke basisgift verhoogd naar wat ze van plan waren te strooien met als gevolg dat er betrekkelijk weinig stikstof bijbemest kon worden of dat de totale hoeveelheid N hoger uitviel dan normaal. Perceel 7 gaf een omgekeerd beeld, de basisgift was hier lager dan gepland en perceel 8 zat qua werkelijke gift exact op het niveau van de geplande gift.

Tabel 10: Correlatiematrix van de gemeten kenmerken op de 9 plaatsen waar kwaliteit gemeten is.

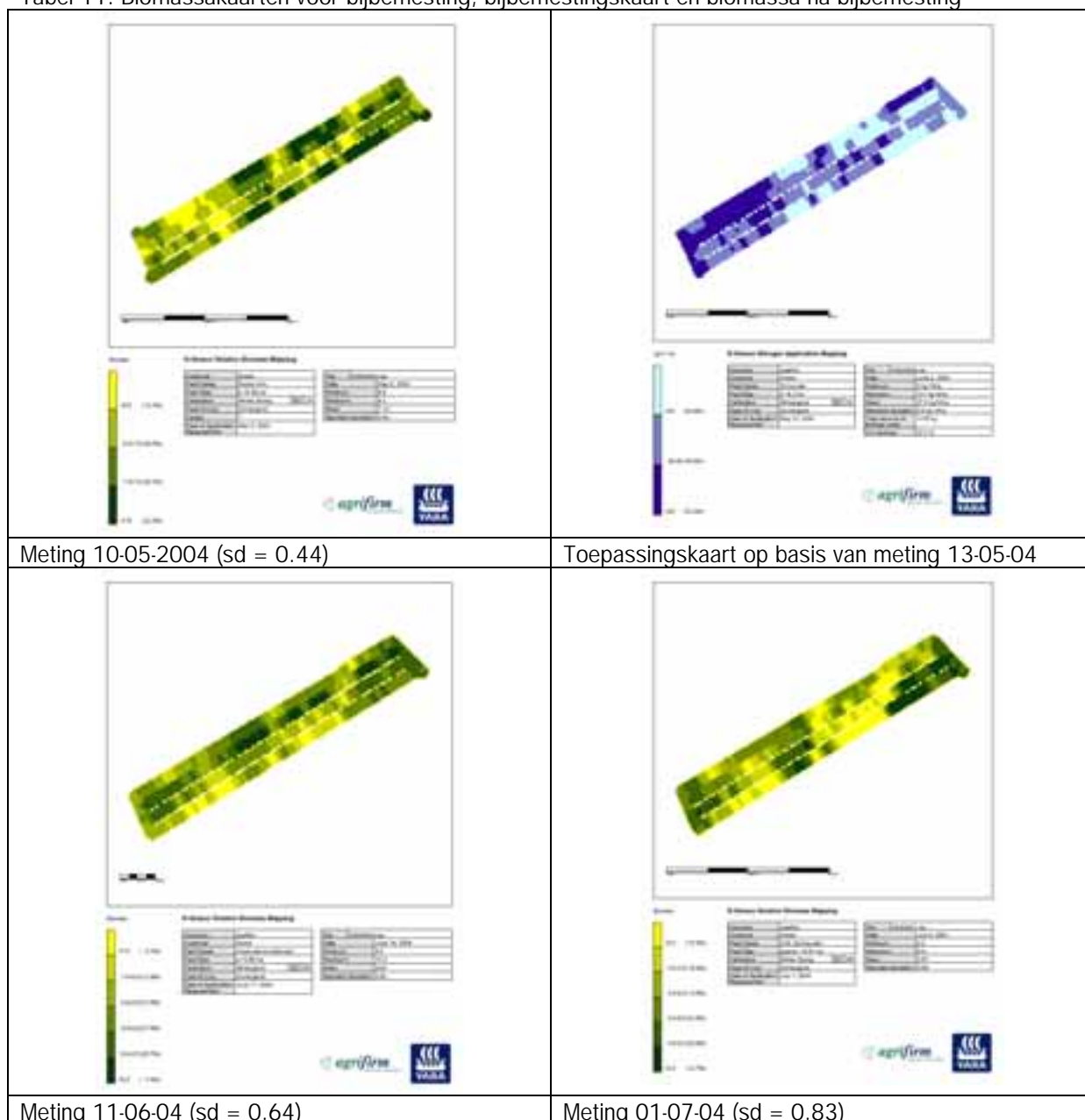
| Kenmerk | Eiwit% | Vocht% | DKG | Volg.% | GR28 | Doorval% | bi10_5 | Bi2_6 | nas2_6 | bi11_6 | Bi1_7 | opbr | kormm2 |
|-----------|--------|--------|-------|--------|-------|----------|--------|-------|--------|--------|-------|------|--------|
| Eiwit% | 1.00 | | | | | | | | | | | | |
| Vocht% | -0.16 | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| DKG | -0.29 | 0.40 | 1.00 | | | | | | | | | | |
| Volgerst% | -0.31 | 0.14 | 0.41 | 1.00 | | | | | | | | | |
| GR28 | -0.23 | 0.18 | 0.32 | 0.87 | 1.00 | | | | | | | | |
| Doorval% | 0.48 | -0.14 | -0.37 | -0.41 | -0.02 | 1.00 | | | | | | | |
| bi10_5 | -0.46 | -0.24 | 0.54 | 0.35 | 0.03 | -0.60 | 1.00 | | | | | | |
| bi2_6 | -0.42 | -0.25 | 0.62 | 0.44 | 0.17 | -0.53 | 0.98 | 1.00 | | | | | |
| nas2_6 | 0.52 | 0.31 | -0.55 | -0.42 | -0.16 | 0.58 | 0.98 | -0.98 | 1.00 | | | | |
| bi11_6 | -0.56 | 0.15 | 0.75 | 0.19 | 0.12 | -0.22 | 0.75 | 0.77 | -0.74 | 1.00 | | | |
| Bi1_7 | -0.24 | 0.55 | 0.82 | 0.00 | -0.16 | -0.34 | 0.49 | 0.47 | -0.39 | 0.75 | 1.00 | | |
| Opbr | -0.35 | 0.18 | 0.86 | 0.26 | -0.02 | -0.61 | 0.82 | 0.82 | -0.77 | 0.80 | 0.86 | 1.00 | |
| kormm2 | -0.31 | -0.13 | 0.40 | -0.01 | -0.40 | -0.66 | 0.86 | 0.77 | -0.76 | 0.59 | 0.61 | 0.82 | 1.00 |

Het betreft hier het perceelnummer 21 uit tabel 2. De groen gearceerde getallen zijn significant gecorreleerd. De correlatie tussen de biomassameting van 10 mei en die van 2 juni is 0,98. In de relatief korte tussenliggende periode is het gewas qua spreiding niet of nauwelijks verandert. De biomassa van 2 juni is heel sterk negatief gecorreleerd aan nas2_6 (N-as applied 2/06), de bijbemeste hoeveelheid stikstof. De zones met een relatief lage biomassa hebben extra N gekregen ten opzichte van de zones met een relatief hoge biomassa. Dit lijkt overigens weinig effect te hebben op de correlatie tussen biomassa en opbrengst op 10-05, 02-06, 14-06 en 05-07 is de correlatie respectievelijk 0.82, 0.82, 0.80 en 0.86. Als we de correlatie tussen de biomassawaarde van 05-07 onder de loep nemen dan blijkt dat de biomassa wel verandert is gedurende het seizoen, er is geen significante correlatie met de biomassa van 10-05 en 02-06, wel met de biomassa van 14-06. Wat verder opvalt is dat de correlatie op 05-07 op dit perceel nog steeds hoog is. In 2003 hebben we zo laat in het seizoen geen hoge correlaties met opbrengst kunnen vinden. Op basis van de opbrengstmeting en de bepaling van het duizend korrelgewicht kan het aantal korrels per m2 bepaald worden.

Opvallend is dat voor de bijbemesting de relatie tussen biomassa en kormm2 significant was terwijl deze correlatie na de bijbemesting niet meer significant is. Kennelijk heeft de bijbemesting een behoorlijke invloed gehad op de korrelvulling. Het DKG is ook pas na de bijbemesting positief significant met de biomassa en de opbrengst.

In tabel 11 is de cyclus van één seizoen biomassametingen opgenomen. Het betreft hier de biomassakaarten van het hierboven behandelde perceel en de kaart waarop de bijbemesting is gebaseerd. Op 2 juni 2005 is de bijbemesting uitgevoerd waarna tot 17 juni gewacht moest worden op 10,2 mm regen (zie bijlage 1) waarna de toegepaste hoeveelheid N beschikbaar kwam voor het gewas. Omdat juist dit perceel aan de basis relatief weinig N heeft gekregen (zie tabel 9, perceel 7) heeft het gewas over een langere periode een gebrek aan stikstof gehad. De N-bemesting heeft op dit perceel een negatief effect gehad op de homogeniteit van het perceel zo blijkt uit de standaard deviatie⁴ (sd).

Tabel 11: Biomassakaarten voor bijbemesting, bijbemestingskaart en biomassa na bijbemesting



Het tweede te behandelen perceel in dit rapport is perceel 22 uit tabel 2. De correlaties van dit betreffende perceel zijn weergegeven in tabel 12. Ook hier zijn de significante correlaties groen gearceerd. Zoals uit tabel 9 opgemaakt kan worden (het betreft hier perceel 8) is dit perceel volgens advies bemest.

⁴ De standaard deviatie wordt gebruikt om de spreiding van een verdeling aan te geven.

Tabel 12: Correlatiematrix van de gemeten kenmerken op de 9 plaatsen waar kwaliteit gemeten is.

| | Eiwit% | DKG | Volgerst % | GR28 | Doorval% | Bio 06-05 | Nas 2_6 | Bio 14-6 | Bio 5-7 | opbr | Korr m2 |
|------------|--------|-------|------------|-------|----------|-----------|---------|----------|---------|------|---------|
| Eiwit % | 1.00 | | | | | | | | | | |
| DKG | -0.54 | 1.00 | | | | | | | | | |
| Volgerst % | -0.33 | 0.85 | 1.00 | | | | | | | | |
| GR28 | -0.40 | 0.83 | 0.96 | 1.00 | | | | | | | |
| Doorval % | 0.35 | -0.85 | 0.93 | -0.85 | 1.00 | | | | | | |
| Bio 6_5 | 0.23 | -0.43 | -0.22 | -0.25 | 0.11 | 1.00 | | | | | |
| Nas 2_6 | -0.19 | 0.31 | 0.29 | 0.38 | -0.11 | -0.69 | 1.00 | | | | |
| Bio 14_6 | -0.09 | -0.23 | -0.31 | -0.29 | 0.20 | 0.51 | -0.62 | 1.00 | | | |
| Bio 5_7 | -0.36 | 0.07 | -0.18 | -0.18 | -0.04 | 0.16 | -0.32 | 0.60 | 1.00 | | |
| opbr | -0.50 | 0.31 | 0.04 | 0.02 | -0.25 | -0.23 | -0.06 | 0.36 | 0.81 | 1.00 | |
| Korr m2 | 0.35 | -0.92 | -0.89 | -0.87 | 0.82 | 0.33 | -0.33 | 0.39 | 0.25 | 0.07 | 1.00 |

Opvallend uit deze cijfers is dat er alleen een significante correlatie is met opbrengst voor de biomassameting van begin juli. Kennelijk heeft de plaatsspecifieke bijbemesting in het seizoen een behoorlijke invloed gehad op de biomassa ontwikkeling en daardoor ook op de opbrengst, want immers, de relatie tussen de biomassa van 06-05 en de opbrengst was zelfs negatief. Op dit perceel heeft het aantal korrels per m2 geen significante correlatie met de biomassametingen van mei, juni en juli.

Van een aantal percelen is zowel in 2003 als ook in 2004 de biomassa gemeten. In 2003 was op deze percelen zomergerst geteeld, in 2004 zetmeelaardappelen of suikerbieten. In dit deelonderzoek is gekeken naar de variatie in biomassa over de jaren heen. Aangenomen werd dat de variatie in biomassa binnen het perceel over de jaren heen ongeveer gelijk zou moeten zijn, voor zover geen gewas specifieke oorzaken. In gesprekken met de telers kwam vaak naar voren dat ze de sterke en zwakke plekken van het perceel herkenden en vaak hadden ze er ook een verklaring voor.

Tabel 13: Relatie tussen biomassa '03 en biomassa '04

| | Bio 3-5-03 | Bio 3-7-03 | B14-6-04 | B5-7-04 |
|--------------|------------|------------|----------|---------|
| Biom 3-5 | 1.00 | | | |
| Biom 3-7 | 0.09 | 1.00 | | |
| Biom 14-6-04 | 0.43 | -0.28 | 1.00 | |
| Biom 05-7-04 | -0.24 | 0.74 | -0.23 | 1.00 |

Op perceel 11 uit tabel 1 is in 2003 zomergerst verbouwd, in 2004 is op datzelfde perceel zetmeelaardappelen verbouwd. De biomassa van juli '03 komt significant overeen met de biomassa van juli '04. Tussen de overige meetdatums is geen significante correlatie gevonden. Hieraan kan als reden ten grondslag liggen dat de biomassa, op het moment dat een gewas in bloei staat, behoorlijk kan veranderen. De bloemen van de aardappelen bijvoorbeeld kunnen een grote invloed hebben op de biomassa meetwaarde, zeker als op het moment van meten een perceel voor de helft aan het bloeien is.

Tabel 14: Relatie tussen biomassa '03 en biomassa '04

| | Bio 14-06-03 | Bio 14-06-04 | Bio 05-07-04 |
|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Bio 14-6-03 | 1.00 | | |
| Bio 14-6-04 | 0.95 | 1.00 | |
| Bio 5-7-04 | 0.96 | 1.00 | 1.00 |

Ook op het perceel 15 uit tabel 1 is twee jaar achtereenvolgens de biomassa gemeten. Ook hier is in 2003 zomergerst geteeld en in 2004 zetmeelaardappelen. In 2003 is de biomassa in juni gemeten, in 2004 in juni en juli. Bij alle biomassametingen is een significante relatie aanwezig tussen de verschillende metingen. Bij beide percelen is er sprake van een significante correlatie tussen de biomassa van 2003 en die van 2004, echter niet op ieder moment. We mogen stellen dat er zeker hele duidelijke relatie zijn over de jaren

heen, dit beeld werd ook bevestigd tijdens de gesprekken met de deelnemende telers, echter, afhankelijk van het groeiseizoen en de oorzaak van de verschillen is deze relatie sterker of juist zwakker.

3.3 Resultaten 2005

Naar aanleiding van de resultaten vanuit proefjaar 2004 is voor 2005 besloten om naast een herhaling van de bemestingsproeven van 2004 ook te kiezen voor een nieuwe bemestingssystematiek. Omdat de biomassa waarde over de jaren heen behoorlijk met elkaar overeenkomt is besloten om een variabele basisgift uit te voeren op basis van de biomassa kaart van 2003. De resultaten van dit experiment staan weergegeven in tabel 15.

Tabel 15: Gemiddelden per N-gift.

| N-gift | BI 14-05-05 | BI 03-06-05 | Opbrengst 2003 ⁵ | Opbrengst 2005 |
|--------|-------------|-------------|-----------------------------|----------------|
| 47 | 7.4 | 9.5 | 4.038 | 6.718 |
| 49 | 7.4 | 9.1 | 3.894 | 6.922 |
| 53 | 7.2 | 9.0 | 3.875 | 7.028 |
| 59 | 7.0 | 9.0 | 3.602 | 7.108 |
| 66 | 7.1 | 9.0 | 3.440 | 6.722 |
| 81 | 6.8 | 9.3 | 3.239 | 6.496 |

Op basis van de biomassa uit 2003 is een strooikaart opgesteld voor de basisgift, de bemesting is uitgevoerd met Urean. Daar waar in 2003 de biomassa hoog was is de bemesting in 2005 verlaagd, lage biomassa waarden in 2003 kregen meer stikstof toegediend.

Wanneer we de opbrengstcijfers van 2003 vergelijken met die van 2005 dan valt op dat voor 2003 de hoge biomassa waarden (lage N-gift) in dat jaar de hoogste opbrengst scoren, hoe lager de biomassa hoe lager de opbrengst. Voor de opbrengst van 2005 geldt dat een optimum qua opbrengst in de middenklasse van de N-gift zit, zowel bij de lage N-gift als bij de hoge N-gift loopt de opbrengst iets af. Het beeld van de beide opbrengstcijfers is totaal verschillend van elkaar, de variabele bemesting heeft dus een behoorlijke invloed gehad op de opbrengst. De teler was tevreden met deze nieuwe bemestingswijze, een goede graadmeter.

Naast deze nieuwe bemestingssystematiek is wederom op een aantal percelen een variabele bijbemesting (VRA) uitgevoerd. Gekozen is echter voor een andere strategie waarbij de basisgift \pm 10 kg N lager wordt gehouden waarna zo vroeg mogelijk in het seizoen de variabele bijbemesting uitgevoerd wordt. De hoge biomassa zones krijgen geen extra meststoffen toegediend, de lagere biomassa 10 – 20 kg N per hectare, afhankelijk van de stand van het gewas op dat moment. Onderzocht is of met behulp van deze nieuwe strategie percelen homogener gemaakt kunnen worden ten opzichte van de standaard methode. Tabel 16 presenteert de resultaten van deze proef.

Tabel 16: Homogeniseren van percelen met behulp van VRA

| Biomassazone | 14-05 VRA (n=7) | 14-05 standaard (n=10) | 03-06 VRA (n=7) | 03-06 standaard (n=10) |
|---------------|-----------------|------------------------|-----------------|------------------------|
| 1 (hoog) | 7.2 | 8.3 | 9.3 | 8.9 |
| 2 (gemiddeld) | 7.1 | 8.0 | 9.2 | 8.8 |
| 3 (laag) | 6.2 | 7.6 | 9.2 | 8.5 |

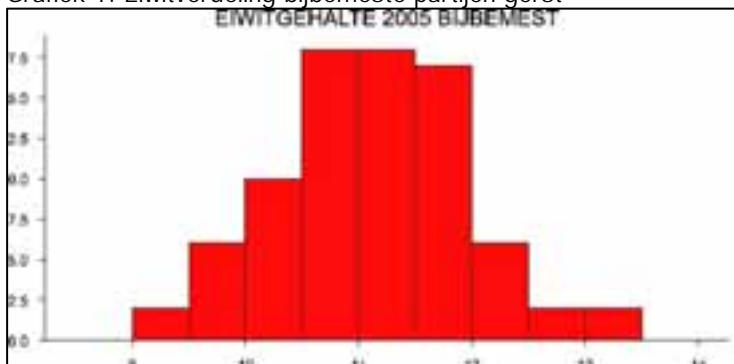
Na de eerste biomassa meting in 2005 zijn de percelen opgedeeld in 3 zones; hoog, gemiddeld en laag. Per zone is de gemiddelde biomassa berekend voor zowel de variabel bemeste percelen als de standaard bemeste percelen. Voor de bijbemesting is er bij beide percelen sprake van een zekere spreiding van de biomassa binnen percelen, bij de standaard bemesting is die spreiding iets lager. Na de bijbemesting is de biomassa op de variabel bemeste percelen veel homogener geworden. Ook het absolute biomassaniveau valt op. Bij de meting van 14-05 is de biomassa van de standaard bemesting hoger, bij de tweede meting is de biomassa van de variabele bemesting juist hoger, het gewas heeft een inhaalslag gemaakt naar

⁵ De opbrengst data van 2003 is niet geijkt en daardoor lager dan de werkelijke opbrengst zou moeten zijn, de variatie binnen het perceel is echter wel correct.

aanleiding van de bijbemesting. We weten dat er bij veel percelen een significante correlatie is gevonden tussen de biomassa en de opbrengst, op basis van die informatie mogen we veronderstellen dat dit bemestingsconcept een positief effect heeft gehad op de opbrengst, er waren echter van te weinig percelen opbrengstgegevens bekend om die veronderstelling te kunnen onderbouwen.

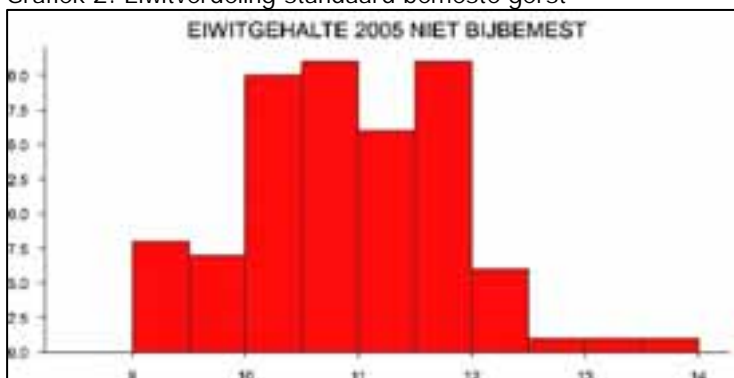
Naast opbrengst is voor een gewas als zomergerst ook het eiwitgehalte van groot belang, mouters en brouwers hebben behoefte aan partijen gerst met een zo homogeen mogelijk eiwitgehalte. Een homogeen eiwitgehalte betekent een homogene kieming en dat komt het mout- en brouwrendement ten goede. De beschikbare data van de in 2005 bijbemeste partijen zijn samengevoegd en weergegeven in grafiek 1, grafiek 2 bevat de data van de in 2005 standaard bemeste percelen.

Grafiek 1: Eiwitverdeling bijbemeste partijen gerst



Een vergelijking van grafiek 1 en 2 leert ons dat de opbouw van de variabele bijbemeste partij homogener is als de opbouw van de niet bijbemeste partij. Qua absoluut eiwitniveau zijn er geen verschillen waar te nemen tussen de beide partijen, beide hebben een gemiddeld eiwit van rond de 11.0%. Het bijbemestingssysteem lijkt ook voor het homogeniseren van eiwit te werken, het is echter de vraag of een dergelijk marginaal verbeteringseffect heeft op het mout- en brouwrendement. Wellicht dat het apart collecteren van zomergerst tijdens de oogst, op basis van eiwit, veel meer effect heeft.

Grafiek 2: Eiwitverdeling standaard bemeste gerst



4 Discussie

Wanneer je met behulp van precisielandbouw plaatsspecifiek handelingen wil gaan verrichten dan is de eerste stap een goed beeld krijgen van de variatie binnen het perceel. De mate van variatie bepaald of het überhaupt zinvol is om plaatsspecifieke handelingen te gaan verrichten. Voor het bepalen van de variatie binnen een perceel zijn er in dit project verschillende mogelijkheden getoetst. Er is ervaring opgedaan met bodemscan systemen als de Mol en de EM38 en er is gebruik gemaakt van het biomassascan systeem, de Yara N-sensor. Hoewel de oorzaak van de verschillen in groei bijna altijd herleid kunnen worden naar de bodem blijkt dat het scannen van de biomassa toch het meeste perspectief biedt. De biomassa vertoonde ten opzichte van de andere twee systemen de beste (vaak significante) correlatie met de uiteindelijke opbrengst van het gewas. Alle mogelijke oorzaken die de groei van het gewas en daarmee dus de uiteindelijke opbrengst kunnen verstoren zitten versleuteld in de biomassa. Een biomassascan is dus in feite een afgeleide meting van een zeer groot aantal kengetallen. Biomassascans zijn op dit moment nog niet zover dat ze vanuit die afgeleide meting ook de variatie van de diverse kengetallen en daarmee de oorzaak van de verschillen in groei kunnen achterhalen. Voorlopig zal de interpretatie van de biomassakaarten dus nog een nadere analyse vergen. De kennis van de teler is hierbij van groot belang en aanvullend zijn er eventueel diverse hulpmiddelen om de oorzaak van de variatie in groei te bepalen. Gedacht kan worden aan bodemprofielen, grondmonsters, plantsap analyses, aaltjesonderzoek, etc. Het is belangrijk om eerst de oorzaak van de variatie in groei vast te stellen alvorens over te gaan tot plaatsspecifieke acties. Om de inzet van mensuren zoveel mogelijk te beperken zou onderzoek op dit vlak hoog op de prioriteitenlijst moeten komen te staan.

Of het nu de directe oorzaak van de variatie is of niet, stikstof is als voedingselement voor de plant van groot belang voor uiteenlopende fysiologische processen die zich gedurende het groeiseizoen in de plant voltrekken. Opname van stikstof bevordert in hoge mate de groei, vooral van de vegetatieve delen. Met name de vorming van de bladeren vraagt veel stikstof. Tijdens de strekkingsfase van het gewas is de stikstofopname dan ook groot. Ook voor de ontwikkeling van de plant is de N-voorziening belangrijk. De mate van uitstoeling, aarvorming, korrelzetting en korrelvulling wordt in belangrijke mate door de stikstofvoeding bepaald. Toch is zomergerst geen gewas met een grote behoefte aan stikstof. Het gaat efficiënt met de beschikbare stikstof om en na de oogst blijft er niet meer dan 20 à 30 kg N per ha achter in de bodem (0-60 cm). (Timmer, 1999)

Ondanks een goed overwogen N-gift kan gedurende het seizoen toch blijken dat de N-voorziening te krap is. De stand en de kleur van het gewas kunnen dit aangeven. Uit recent onderzoek is gebleken dat het in die situaties gunstig kan zijn om een bijbemesting uit te voeren. Vooral op zandgronden die weinig stikstof mineraliseren gedurende het seizoen kan een bijbemesting zowel voor de opbrengst als de kwaliteit (eiwitgehalte) gunstig zijn. Deze bijbemesting dient heel vroeg tijdens de uitstoeling plaats te vinden of niet eerder dan dat het gewas volledig in de aar staat. Op een tijdstip tussen deze twee momenten is de kans op doorwasvorming erg groot. De hoogte van de bijbemesting kan beperkt blijven (tot ongeveer 30 kg N per ha). Met behulp van een chlorofylmeter lijkt het mogelijk vast te stellen of een bijbemesting zinvol is. Door te meten aan 30 blaadjes in een perceel kan met dit apparaat een indruk verkregen worden over de bemestingstoestand van het gewas en het te verwachten eiwitgehalte. PPO, Agrifirm en Hydro Agri hebben hier enkele jaren onderzoek naar gedaan. (Timmer, 2001)

Binnen de precisieketen is getracht om vroeg in het seizoen, rond de uitstoeling, met moderne technologie een variabele bijbemesting uit te voeren op basis van de variatie in biomassa. Het bleek dat wanneer het juiste moment gekozen is en de stikstof direct beschikbaar komt voor de plant, deze bijbemesting een positief effect kan hebben op de variatie in biomassa binnen het perceel. De effecten op opbrengst en in mindere mate kwaliteit lijken daarmee positief te zijn. Een groot nadeel van deze methode is echter dat het weer rondom het moment van toedienen zeer bepalend is voor het effect van deze bijbemesting. In 2003 kwam de stikstof pas 14 dagen na de bijbemesting beschikbaar waardoor deze stikstof door het gewas omgezet werd in eiwit in plaats van opbrengst. In 2004 had de toepassing wel een positief effect. Sturen op

basis van de biomassa lijkt echter een logische keuze omdat de biomassa in hoge mate gecorreleerd is aan de uiteindelijke opbrengst. Sturen van de biomassa, welke in het seizoen al meetbaar is betekend dus in feite ook sturen van de opbrengst.

Naast een variabele bijbemesting is ook onderzoek gedaan naar het effect van een plaats specifieke basisbemesting op basis van een biomassakaart uit een eerder groeiseizoen. Dit systeem lijkt perspectief te bieden en combineert de voordelen van twee systemen.

Een gewas als gerst is, vanwege het korte groeiseizoen en de geringe N-behoefte gebaat bij het direct beschikbaar hebben van stikstof. Op percelen die een wisselende samenstelling kennen voor wat betreft de bodem kan met behulp van stikstof de groei op bepaalde delen (zandkoppen) behoorlijk bevordert worden. Een variabele N-gift kan de groei beïnvloeden en daarmee de opbrengst. Zo lijkt het mogelijk om met behulp van precisielandbouw technieken aan de basis nog nauwkeuriger te werk te gaan. Telers spelen hier overigens al jaren op in, niet zelden wordt de schuif van de kunstmeststrooier extra opengezet op de zandkoppen van het perceel echter, zo wisten de deelnemende telers aan het project te vertellen; met behulp van de biomassakaarten bezit je over nog meer kennis van je perceel en kun je nog nauwkeuriger bemesten. De systematiek heeft op dit vlak zeker toegevoegde waarde.

5 Conclusies

- Er zit op zand- en dalgronden dermate veel variatie in de bodem, opbrengst en kwaliteit dat het juist op deze gronden zinvol lijkt om aan de slag te gaan met precisielandbouw. Als het ergens terugverdiend kan worden is het in dit gebied.
- Met behulp van een biomassascan kan al vroeg in het seizoen een voorspelling worden gedaan van de variatie in opbrengst. Het is met de Yara N-sensor echter lastig om de absolute opbrengst van het gewas te voorspellen omdat hiervoor geen ijklijn is ontwikkeld.
- Het inzetten van bodemscans bij het streven naar homogenere partijen brouwgerst lijkt geen toegevoegde waarde te bieden voor deze gronden. Veel van de in kaart gebrachte parameters wijken op deze gronden nog teveel af van de werkelijke waarde en bij de kwalitatief goede bepalingen zoals bijvoorbeeld organische stof wordt vaak een lagere correlatie (in veel gevallen niet significant) gevonden met de opbrengst dan bij biomassakaarten. Bovendien zijn bodemkaarten duurder in aanschaf dan biomassascans.
- Biomassascans vertonen over de jaren heen in verschillende gewassen ongeveer het zelfde beeld. De zones met een lage biomassa vind je over de jaren heen telkens op dezelfde plek in het perceel evenals de zones met de hoge biomassa. Uitzondering zijn natuurlijk de gewasspecifieke oorzaken die zorgen voor een verlaagde biomassa in een bepaalde zone en uiteraard de wisselende weersomstandigheden over de jaren heen. In een nat seizoen kan een zandkop voldoende vocht bevatten en een lage plek verzopen zijn, terwijl in een droog jaar de zandkop verdroogd en de lage plek voldoende vocht bevat. Tot op heden kunnen de biomassascans slechts de variatie in beeld brengen en is kennis van de teler nodig of een bezoek aan het perceel om de oorzaak van die variatie te achterhalen.
- Niet bij alle percelen wordt dezelfde relatie gevonden tussen biomassa en opbrengst of kwaliteit. Dit komt omdat de oorzaak van de variatie sterk kan verschillen en verschillende oorzaken kunnen ook een verschillend effect hebben op de uiteindelijke opbrengst en kwaliteit. Ook hiervoor geldt dat het onontbeerlijk is om de kennis van de teler in te zetten bij het zoeken naar een oorzaak.
- Met een biomassascan meet je in feite een afgeleide van diverse bodemparameters. We zijn echter nog niet in staat om op basis van de biomassascan de waarde van de diverse bodemparameters te bepalen. Momenteel is hiervoor nog veel menskracht nodig, het zou van enorme toegevoegde waarde zijn wanneer (een deel van) de parameters met sensoren gemeten zou kunnen worden.
- Tijdens het seizoen variabel bijbemesten kan een positief effect hebben op de homogeniteit binnen het perceel, de opbrengst en in mindere mate de kwaliteit. Bijbemesten tijdens het seizoen blijft echter een risicovolle onderneming omdat het moment van bemesten en het weer rondom die bemesting een cruciale rol spelen. Zit het tegen dan werkt een bijbemesting tijdens het seizoen averechts.
- Een plaatsspecifieke basisbemesting op basis van een biomassakaart uit een eerder teeltseizoen biedt perspectief. Het blijkt dat de opbrengst in grote mate gestuurd kan worden door de variatie in stikstof en zo kan, mits de juiste dosering, plaatsspecifiek toegewerkt worden naar een optimale opbrengst voor de verschillende zones van het perceel. Binnen het project Perceel Centraal wordt nader onderzoek gedaan naar de optimale N-gift per zone.
- Sturen op een homogene kwaliteit is in zekere mate mogelijk. In de logistieke processen binnen de brouwgerstketen zullen echter de nodige veranderingen doorgevoerd moeten worden om ook de mout- en brouwsector hier optimaal van te laten profiteren en rendement en risico goed over de ketendeelnemers te verdelen. Mede om die reden zal er de komende jaren waarschijnlijk nog niet op homogeniteit uitbetaald worden.

Literatuur

Molen, M. van der (2004). On-the-go sensors for mapping of soil properties, a field study

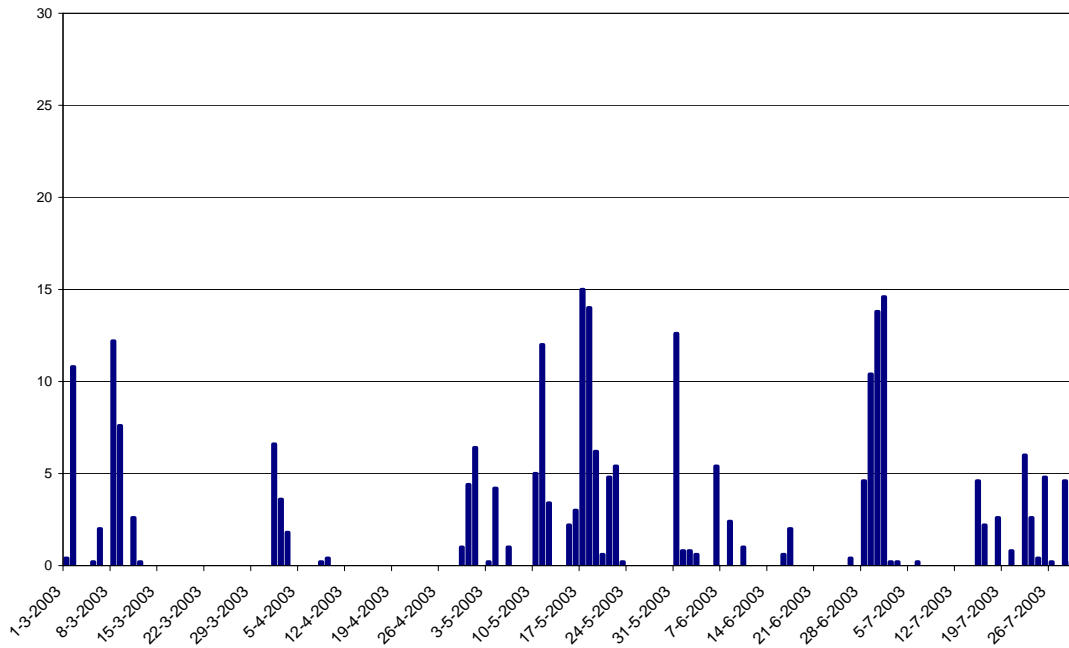
Timmer, R.D. (1999). Teelthandleiding zomergerst

Timmer, R.D. (2001). Voorspelling en sturing van het eiwitgehalte bij brouwgerst met behulp van een chlorophylmeter

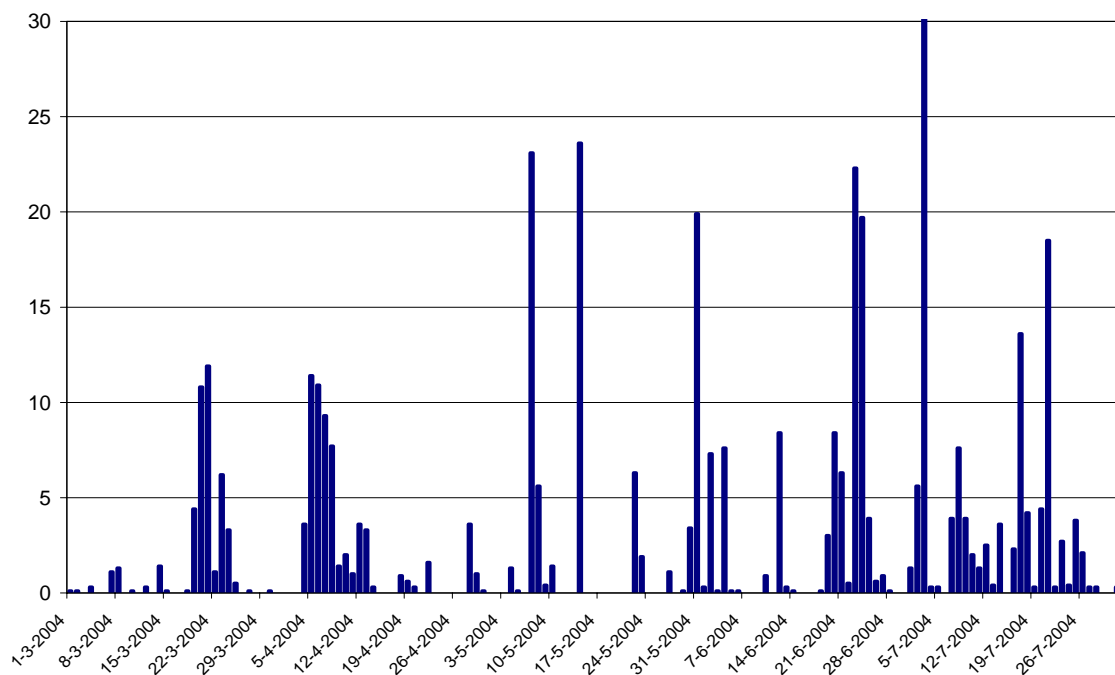
Bijlage 1 Neerslagcijfers Opticrop Weerstation te Rolde

Neerslagcijfers over de periode 1 maart – 1 augustus over 2003 en 2004 en over de periode 1 maart – 1 september in 2005 van het Opticrop Weerstation te Rolde

Neerslagcijfers Rolde '03



Neerslagcijfers Rolde '04



Neerslagcijfers Rolde '05

