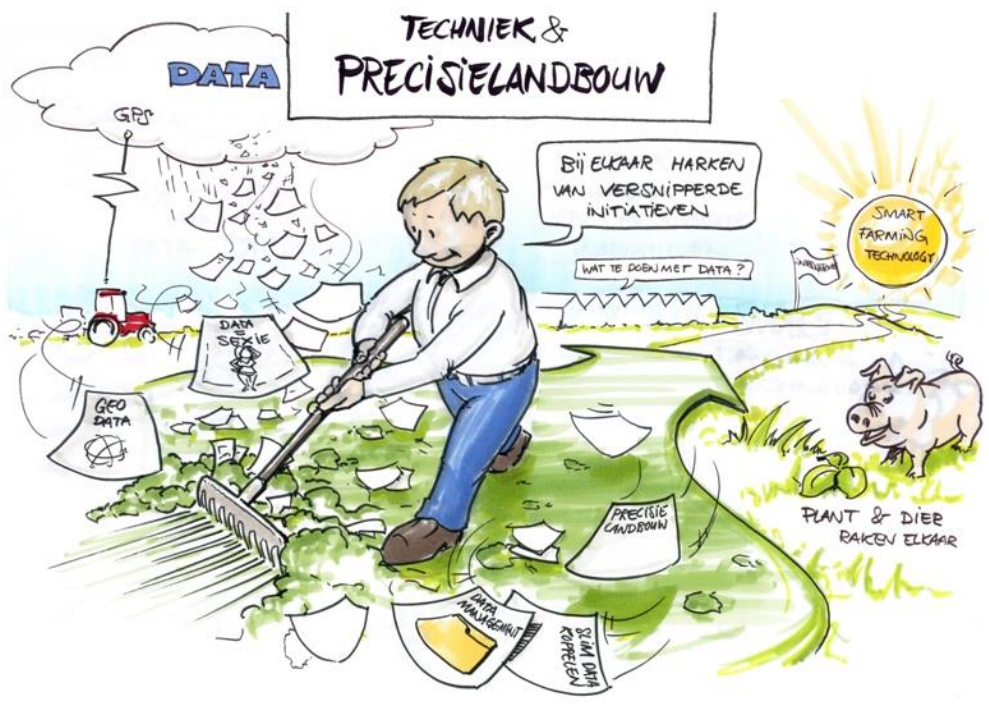


# 2014

## Plaatsspecifieke opbrengst- en kwaliteitsmetingen voor en tijdens het grashakselen



Mark Beunk

Afstudeerdocent:

Corné Kocks

23-10-2014



Plaatsspecifiek opbrengst- en kwaliteitsmetingen voor en tijdens het grashakselen

---

Scriptie Afstudeerwerkstuk

**Mark Beunk**

Opdrachtgever: CAH Vilentum

**23-10-2014**

## Voorwoord

Na 3 jaar ben ik in het afstudeerjaar terecht gekomen. Als afsluiter van dit afstudeerjaar heb ik er voor gekozen om mijn scriptie te schrijven. In dit afstudeerjaar is een eindstage verplicht. Ik heb hierbij voor het bedrijf CNH Precision Farming gekozen. Dit bedrijf verkoopt verschillende toepassingen in de precisielandbouw. Precisielandbouw is een term die zich in de laatste paar jaren sterk heeft ontwikkeld. Na een jaar stage te hebben gelopen bleek dat er nog vele valkuilen waren op het gebied van precisielandbouw. De vraag was waar heeft CNH belang bij. Na deze vraag gesteld te hebben kwamen mijn collega's met het onderwerp: 'opbrengstmeting en kwaliteitsmetingen op hakselaars'. Dit leek mij een zeer interessant onderwerp. Een plan van aanpak was dan ook snel geschreven. Voor het onderzoek kwam ik een groot aantal valkuilen en hindernissen tegen. Het was dan ook moeilijk om een conclusie te kunnen trekken. Het was voor mij een vrij nieuwe ervaring om z'n groot project aan te pakken. Het is moeilijk bij een tegenslag om je zelf te motiveren. Dit werkt in groepsverband beter.

Graag zal ik in dit voorwoord ook nog enkele mensen willen bedanken die mij zeer geholpen met dit onderzoek en het schrijven van dit rapport. Ten eerste wil ik graag mijn collega's bedanken voor de hulp die zij geboden hebben met zoeken van een onderwerp voor mijn scriptie. Dit zijn Maarten de Groot, Michiel Jochims en Jan van der Leek. De laatste collega wil ik extra bedanken omdat hij mij zeer heeft ondersteund met zoeken van bepaalde informatie. Ten tweede wil ik graag Herman en Erna Beunk bedanken. Zij hebben mij geholpen met het onderzoek en de controle van dit rapport. Naast deze personen wil ik graag mijn afstudeerdocent, Corné Kocks, bedanken. Ondanks een drukke periode voor hem heeft hij mij zeer veel geholpen met het schrijven van dit rapport. Dit was ook zeer goed voor mijn motivatie.

Ik hoop door dit rapport uw te informeren over de precisielandbouw in de veehouderij en u argumenten te bieden voor een discussie.

Veel leesplezier gewenst.

Mark Beunk  
24-10-2014

## Inhoudsopgave

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Voorwoord</b>                                                        | <b>2</b>  |
| <b>Inhoudsopgave</b>                                                    | <b>3</b>  |
| <b>Samenvatting</b>                                                     | <b>5</b>  |
| <b>Excutive Summary</b>                                                 | <b>6</b>  |
| <b>1 Inleiding</b>                                                      | <b>7</b>  |
| 1.1 Aanleiding                                                          | 7         |
| 1.2 Toekomstvisie                                                       | 9         |
| 1.3 Doelgroepen van het afstudeerwerkstuk                               | 10        |
| 1.4 Relevantie voor de doelgroepen                                      | 10        |
| 1.5 Problemen die opgelost moeten worden?                               | 11        |
| 1.6 Leeswijzer                                                          | 12        |
| <b>2 Precisielandbouw</b>                                               | <b>14</b> |
| <b>3 Elementen voor graslandverbetering</b>                             | <b>17</b> |
| 3.1 Graslandoptimalisatie                                               | 17        |
| 3.2 Kuilkwaliteit                                                       | 20        |
| <b>4 Bodemanalyse</b>                                                   | <b>21</b> |
| 4.1 Het Spurway bodem onderzoek                                         | 21        |
| 4.2 Veris MSP3-machine                                                  | 22        |
| 4.3 Het resultaat                                                       | 23        |
| <b>5 Metingen voor en tijdens de grasoogst</b>                          | <b>25</b> |
| 5.1 Mechanisatie grasoogst                                              | 25        |
| 5.2 Verschillende manieren om opbrengst te meten en in kaart te brengen | 27        |
| 5.3 Kwaliteitsmeting op de hakselaar                                    | 30        |
| <b>6 Verschillende hakselaars, verschillende sensoren.</b>              | <b>32</b> |
| 6.1 John Deere                                                          | 32        |
| 6.2 New Holland                                                         | 34        |
| 6.3 Claas                                                               | 35        |
| 6.4 Krone                                                               | 36        |
| <b>7 Taakkaarten</b>                                                    | <b>38</b> |
| 7.1 Doel                                                                | 38        |
| 7.2 Maken van taakkaarten                                               | 38        |
| <b>8 Bemesting</b>                                                      | <b>40</b> |

|      |                               |    |
|------|-------------------------------|----|
| 8.1  | Meststoffen                   | 40 |
| 8.2  | Mestwetgeving                 | 40 |
| 8.3  | Mestaanwending                | 43 |
| 8.4  | Precisiebemesting             | 44 |
| 9    | <i>Het onderzoek</i>          | 48 |
| 9.1  | New Holland                   | 48 |
| 9.2  | John Deere                    | 48 |
| 9.3  | Claas                         | 48 |
| 9.4  | Krone                         | 49 |
| 10   | <i>Conclusie en discussie</i> | 50 |
| 11   | <i>Aanbeveling</i>            | 52 |
| 11.1 | Tijdlijn                      | 53 |
| 11.2 | Operationele logistiek        | 54 |
| 12   | <i>Bronvermelding</i>         | 56 |
| 13   | <i>Bijlage</i>                | 58 |

## Samenvatting

De agrarische sector is altijd bezig met innoveren. Zo ook op het gebied van precisielandbouw. Voor de veehouderij is precisielandbouw nog relatief nieuw. Door het stijgen van het aantal koeien, en de daling van de oppervlakte grond te gebruiken voor het telen van grassen, is de veehouderij genoodzaakt om nieuwe innovatieve oplossingen te zoeken. Het importeren van voer uit het buitenland is een optie, maar deze is duur en niet milieuvriendelijk. De oplossing is om de opbrengst van het gras, dat op eigen land wordt verbouwd, te verhogen. Een van de manieren is door middel van precisielandbouw. In het rapport worden de verschillende aspecten behandeld van precisielandbouw op het gebied van grasland.

Voor het optimaliseren van de opbrengst van gras moet eerst goed worden gekeken hoe dit kan worden gestimuleerd. Om gras te laten groeien heb je een aantal elementen nodig. De eerste is licht. De meeste licht die gras gebruikt komt van de zon. De zonuren worden bepaald door moeder natuur. Gras groeit het beste bij een ideale temperatuur. Water is ook een belangrijk element. Voedingsstoffen in de bodem zijn ook zeer van belang. De bodem bevat reeds een hoeveelheid voeding. In de loop van de tijd is dit uitgeput. Daarom is het belangrijk dat er wordt bij gemest. Hiermee is gelijk een ander element genoemd: de bodem. Niet alleen de voedingsstoffen in de bodem zijn van belang maar ook de zuurgraad en de structuur van de bodem. Daarnaast zijn er nog het soort gras, ziekte en plagen en het moment van maaien van belang voor de groei van gras.

De bodem is een van de belangrijkste factoren. Door middel van mechanisatie en GNSS kan snel en gemakkelijk de zuurgraad, de structuur en de aanwezige voedingsstoffen plaatsspecifiek worden geregistreerd. Met behulp van een desktop programma kunnen deze gegevens om worden gezet in een bodemkaart.

Tijdens het oogsten van het gras kunnen er verschillende variabelen worden gemeten. Door middel van een potmeter of een lineair sensor op de invoerrollen van de hakselaar kan de opbrengst van gras worden gemeten. Met behulp van een NIR sensor kunnen verschillende waardes worden gemeten. Een van de belangrijkste is het vochtgehalte. De positie wanneer deze data gelogd is wordt bepaald aan de hand van GNSS. Met de verzamelde gegevens kan in een desktopprogramma verschillende kaarten worden gemaakt.

Van de verzamelde gegevens over de bodem en de plant kan een taakkaart worden gemaakt. Deze taakkaart bevat plaatsspecifiek de behoefte van de plant. De behoefte van de plant is gekoppeld aan de GNSS positie. Dit is bepaald aan de hand van de verzamelde plaatsspecifieke gegevens van plant en bodem. De taakkaart kan worden gebruikt bij het bemesten of een andere manier van toevoegen van de elementen.

Een van de belangrijkste manieren van grasland optimalisatie is doormiddel van bemesting . De manier van bemesten is afhankelijk van het type meststof dat wordt gebruikt. Aan de hand van de taakkaart kan worden bepaald hoeveel meststoffen er worden toegediend.

Tijdens het onderzoek naar de sensoren op de hakselaar blijkt dat leveranciers nog te weinig kennis hebben over deze techniek. Precisielandbouw is nog steeds nieuw in de veehouderij. Om een juiste werking te kunnen garanderen moet het concept precisielandbouw in de gehele jaarcyclus worden doorgevoerd. Alleen data van bijvoorbeeld het hakselen is niet voldoende. Voor juiste controle op de werking van precisie landbouw in de veehouderij wordt een nieuw onderzoek aanbevolen. Dit is een onderzoek van een jaar. Er wordt niet alleen gekeken naar de verschillende sensoren, maar ook naar de effecten van de verschillende bemestingsstrategieën.

## Excutive Summary

The agricultural sector is always innovating. One of the most innovating sectors, is precision agriculture, also called precision farming. Precision farming is relative new for livestock farmers. Because of the rising of the amount of cows and the dropping of acres to cultivate, the farmers need to search for innovating solutions. Importing cattle fodder is an option, but this is an expensive one and isn't good for the environment. The best solution is to increase yield on every acres of grassland. With precision farming this is possible. This rapport contains the different aspects of precision farming on grassland.

To increase the grass yield, you need to know how you can stimulate its growth. To grow grass you need of couple of elements. First you need light, provided by the sun. The hours of sun can't be regulated. The second element is temperature. Growth is stimulated by an exact temperature. The third element is water. The last and fourth one is the soil which contains the nutrients. When grass grows, these nutrients are extracted from the bottom, at the roots. To maintain it level it needs fertilizing. Not only the level of nutrients by the roots is important, but also the acidity and structure of the soil has its importance for the growing grass.

To start with, the last one is the most important element. The acidity, nutrients and the structure of the soil can easily be mapped with help of GNSS. With it you can locate an exact location. Sampling the soil can be done with hand, or with the help of a machine. The gathered data can be processed in a desktop program. It makes a map of the different elements.

During the grass harvesting, different variables can be measured. The yield of the grass can be measured by the forage harvester. The feedrolls of the forage harvester can be fitted with a potentio meter or a linear sensor. The meter and sensor measure the input of grass trough the harvester. The pipe of the harvester can be fitted with a NIR sensor. This sensor measures a variety of elements. The most important element is moisture. With the help of the harvesters GNSS position, data collected from the yield sensor and the NIR sensor can be connected to each other. With the desktop program this data can be converted to a map.

With the collected data from the soil and the plant a recipe map can be generated. The recipe map contains the grass needs. They are calculated from the data from the soil and the harvested grass. The grass needs are coupled with the GNSS location. The recipe map contains the different levels of nutrients which can be added for optimum growth of the grass. Fertilization is the most important factor to optimize the growth of the grass. Fertilization can be done in different ways depending on the type of manure. The manure can be tested for the contents of different nutrients. The most important are nitrogen and phosphor. With these results the requirement of manure can be calculated at every position needed to grow grass.

Precision farming is still a new concept for the farmers. To make precision farming profitable, you need to invest in precision farming from the start to the end. All machinery should be equipped with GNSS so every movement can be tracked. Also to create less movement in grass when tending. The data which is collected is still an indication. The exact amount is still questionable.

To confirm the data a new research is recommended. This research should be spread over a whole year. The data at different stages and machinery will be gathered. For testing the field will be divided in different test fields. Each field will have his one strategy for applying the nutrients.



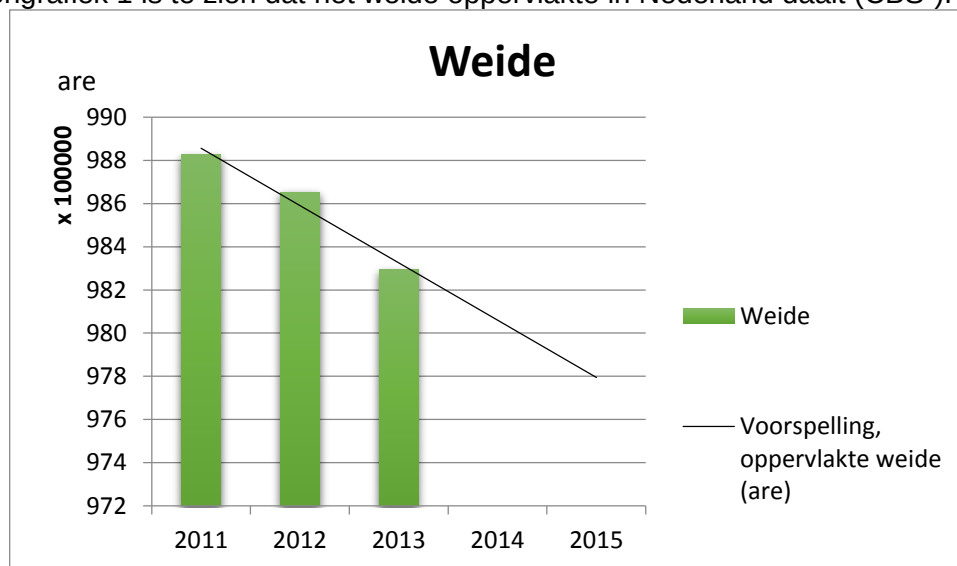
## 1 Inleiding

De veehouderij in Nederland groeit snel. Door concurrentie, met name uit het buitenland, zijn Nederlandse veehouders genoodzaakt om aan bedrijven uit te breiden. Ook de wetgeving wordt steeds strenger. De hoeveelheid voer dat beschikbaar is hoofdzakelijk afhankelijk van de opbrengst van het grasland. Om gras te kunnen verwerken tot voer moeten er een aantal stappen worden doorlopen. Gras wordt eerst gemaaid, daarna wordt deze geschud tot het vochtgehalte in het gras een droge stof gehalte heeft bereikt. Uit onderzoek<sup>1</sup> is gebleken dat het beste kuilvoer, voordat het in werd gekuild, een droge stof percentage van 35 % heeft. Wanneer dit bereikt is wordt het gras in wiersen gelegd door middel van een hark. Deze wiersen worden weer gehakseld door een hakselaar. Maar wat is de opbrengst van grasland en het kwaliteit van het voer? Momenteel worden deze waardes geschat. Om dit te kunnen controleren kan er gebruik gemaakt worden van precisielandbouw. Precisielandbouw is het in kaart brengen van verschillende factoren. Door middel van deze factoren kan er plaatsspecifiek worden gekeken naar een oplossing. In dit rapport wordt dieper op in gegaan hoe precisie landbouw zijn toepassing heeft op het gebied van grasland.

### 1.1 Aanleiding

Momenteel heerst er in Nederland een te kort aan voer. Dit vooral op het gebied van krachtvoer. Soja is in de wereld een steeds belangrijker product<sup>2</sup> en wordt momenteel veel gebruikt in krachtvoer voor de koeien. Het aantal koeien in Nederland stijgt, dit terwijl het grasland oppervlakte juist daalt. In deze paragraaf zal een algemene schets van de situatie worden gegeven.

De oppervlakte landbouwgrond wordt steeds kleiner in Nederland. In onderstaande kolommengrafiek 1 is te zien dat het weide oppervlakte in Nederland daalt (CBS<sup>3</sup>).



Grafiek 1 Weide oppervlakte

<sup>1</sup> Landbouwcentrum voor Voedergewassen, Gras: van Veld tot Voer

<sup>2</sup> Redactie Foodnieuws.nl, Grote zorgen over leveringszekerheid van essentiële agrarische grondstoffen

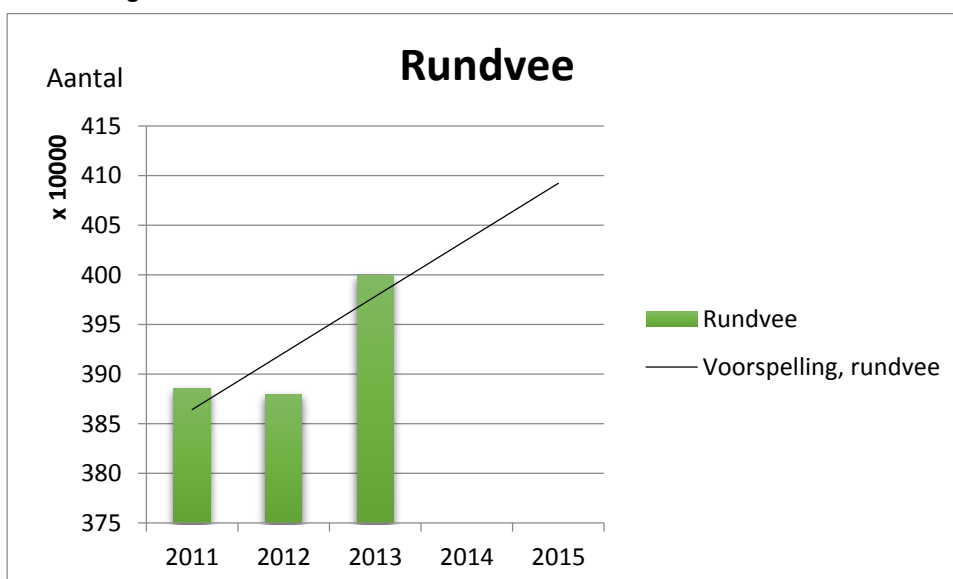
<sup>3</sup> Centraal Bureau Statistiek, Landbouw; grasland en groenvoedergewassen





Grafiek 2 Bestemming landbouwgrond

In de grafiek is ook een trendlijn getekend. Met deze trendlijn is te zien dat in de toekomst het oppervlakte weide nog verder zal dalen. Dit komt omdat veel landbouwgrond wordt gebruikt voor bebouwing<sup>4</sup>. Het gaat ongeveer over 2,6% van de landbouwgrond. In Grafiek 2 is te zien dat het grootste deel van de verdwenen landbouwgrond, de bestemming bebouwing gekregen heeft. Het aantal melkkoeien zal juist stijgen in Nederland. Dit is weergegeven in de grafiek van Grafiek 3.



Grafiek 3 Aantal rundvee

Aan de stijgende lijn is te zien dat het aantal rundvee in 2014 en 2015 zal stijgen. Deze trendlijn is een schatting doormiddel van de gegevens van afgelopen jaren. In 2015 wordt het melkquotum en dierrecht afgeschaft. Dit betekent dat een veehouder een onbeperkte hoeveelheid koeien mag houden. Door onderzoeksbureau Arcadis wordt geschat, dat er ongeveer 200.000 koeien in 2015 bij zullen komen<sup>5</sup>. Het huidige aantal koeien kan worden verdubbeld naar 4 miljoen met de huidige milieuregels. Dit betekent dat het voertekort nog

<sup>4</sup> Compendium voor de leefomgeving; bestemming van verdwenen landbouwgrond

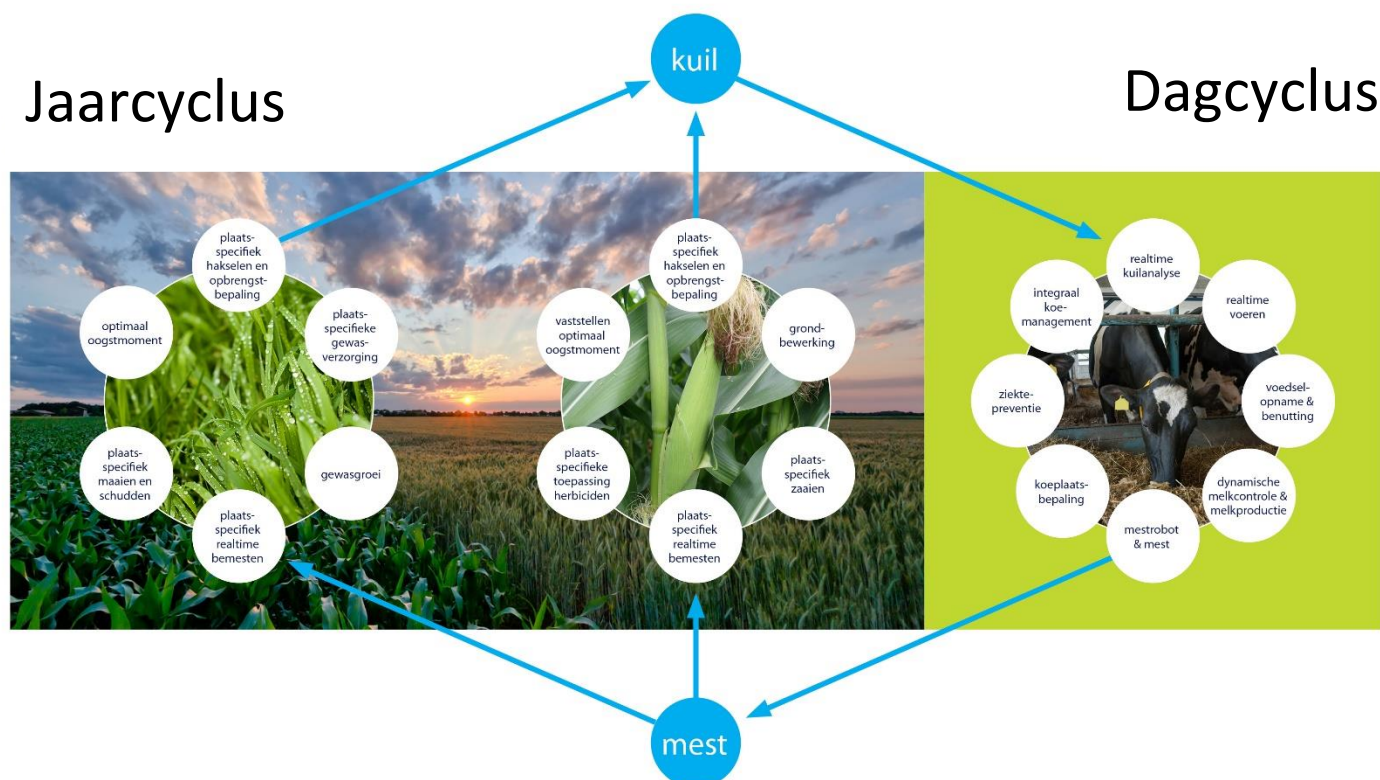
<sup>5</sup> Brabantsemilieufederatie, Onderzoek Arcadis

groter wordt. Uit een onderzoeksrapport van de WUR<sup>6</sup>, over het afschaffen van het melkquotum, blijkt dat er 3% extra grond nodig is om het aantal koeien in 2020 te kunnen voorzien van gras. Dit percentage is in vergelijking met de groei van de veestapel relatief klein. Dit komt omdat verwacht wordt dat koeien gemiddeld 15% meer melk zullen geven. Door de daling van het oppervlakte weide en de stijging van het aantal koeien zal het aantal are per koe dalen. Dit is weergegeven in Tabel 1 Weide per koe. Voor de berekening is er gebruik gemaakt van de gegevens uit Grafiek 1 en Grafiek 3. Omdat het aantal are weiland per koe omlaag gaat, moet de productie en/of de kwaliteit van het gras van deze are omhoog.

Tabel 1 Weide per koe

|                         | 2011     | 2012     | 2013     | 2014 (geschat) | 2015(geschat) |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------------|---------------|
| Weide (are)             | 98826206 | 98652367 | 98294829 | 98100000       | 97800000      |
| Rundvee (aantal)        | 3885345  | 3879252  | 3999221  | 4025000        | 4080000       |
| Weide per koe (are/koe) | 25,44    | 25,43    | 24,58    | 24,37          | 23,97         |
| Daling                  |          | 0,02%    | 3,35%    | 0,84%          | 1,65%         |

## 1.2 Toekomstvisie



Figuur 1 Precisielandbouw in de veehouderij

Door ontwikkelingen in de techniek kan er veel worden geoptimaliseerd op het gebied van de veehouderij. In Figuur 1 is een stroomdiagram weergegeven. Hierin worden op het gebied van de veehouderij alle toepassingen van precisielandbouw beschreven. Er kan onderscheid

<sup>6</sup> Mogelijke gevolgen van de afschaffing van het melkquotum voor Nederlandse melkveebedrijven, G. Veenstra & J.F.P. Vessies

gemaakt worden tussen gras, mais en de koe. De koe valt onder een dag cyclus. Er wordt dagelijks naar de gezondheid en productie van de koe gekeken. Voor mais en gras geldt een jaarcyclus. Dit betekent dat er jaarrond naar de gewassen moet worden gekeken. Dit rapport bevat een uitgebreide uitleg over precisielandbouw op het gebied van gras. Door gebruik van plaatsspecifieke metingen en bemesting, kan er een hogere opbrengst en/of kwaliteit worden gerealiseerd van grasland. Daarnaast is het belangrijk dat de veehouder goed weet wat de voedingswaarde van het voer is. Momenteel wordt de graskuil voor gebruik gemonsterd op verschillende mineralen.

Zoals beschreven is in paragraaf algemeen, daalt het aantal are per koe. Hierbij is uitgegaan van een lineaire stijging van het aantal koeien, maar er zijn toekomstig ontwikkelingen waardoor een grotere stijging wordt verwacht. Verwacht dat de bedrijven steeds intensiever worden. Doordat bedrijven intensiever worden, heeft de veehouder steeds minder tijd voor werkzaamheden op de tractor. Verwacht wordt dan ook dat de veehouder dit meer en meer gaat uitbesteden aan een loonwerker. Loonwerker Raf Braspenning van het gelijknamige loonbedrijf citeerde in een artikel van 'Loonwerker'<sup>7</sup>: 'Loonwerkers zullen in de toekomst meer en meer een totaalconcept moeten aanbieden.'

Een goed voorbeeld is het voeren. Er zijn al veel bedrijven die gebruik maken van een loonwerker die voor hun voert. Dezelfde tendens wordt verwacht op het gebied van ruwvoerwerking. Dit betekent dat de loonwerker een totaalpakket gaat aanleveren voor ruwvoer, dus dat de loonwerker ervoor zorgt dat het gras van stam tot voer wordt verwerkt. De loonwerker geeft de veehouder een garantie over de kwaliteit en de hoeveelheid van het voer. Dit betekent dat de loonwerker goed moet weten wat voor kwaliteit en hoeveel gras hij inkuult. Dit begint al bij het maaien. Er moet goed gekeken worden naar het juiste tijdstip van maaien. Dit is zeer belangrijk voor de kwaliteit en de opbrengst. Daarnaast moet er plaatsspecifiek goed worden gekeken hoe de opbrengst en kwaliteit is van het gras. Deze gegevens kunnen weer gebruikt worden bij de bemesting. Op deze manier kan de loonwerker aan de veehouder garanderen wat de voederwaarde en de hoeveelheid van het voer is.

### 1.3 Doelgroepen van het afstudeerwerkstuk

Door middel van dit rapport worden er verschillende doelgroepen bereikt. Dit komt omdat er verschillende partijen bij betrokken zijn. Ten eerste heb je de veehouders. De veehouderij heeft het meeste belang bij een goede opbrengst en goede kwaliteit van het gras. Daarnaast de loonbedrijven. De loonwerkers zullen de verschillende technieken moeten aanschaffen en gebruiken. Daarnaast zullen zij ook de kennis moeten hebben om de gegevens te kunnen verzamelen en deze ruwe data om kunnen zetten in bruikbare data waar de veehouder mee kan werken. Als laatste doelgroep, de dealers van dergelijke technieken. De dealer moet de techniek zo verkopen dat de loonwerker (en indirect ook de veehouder) weet wat hij met deze techniek wel en niet kan.

### 1.4 Relevantie voor de doelgroepen

Doormiddel van dit rapport wordt geprobeerd te bewijzen wat de toegevoegde waarde kan zijn van de precisie landbouw op het gebied van grasland. Dit is de toegevoegde waarde voor de veehouder. Wanneer hij duidelijk voor ogen heeft wat de verschillende voordelen van precisielandbouw is, kan de loonwerker deze manier van werken doorvoeren. In marketingtermen wordt dit ook wel de pull strategie genoemd<sup>8</sup>. De loonwerker moet buiten de hakselkosten extra kosten maken voor de arbeid en voor de techniek bij het gebruik van

<sup>7</sup> De Loonwerker, loonbedrijf Braspenning in Wortel, Christophe Daemen

<sup>8</sup> Victormundi.com, push en pull strategie

gewassensensoren. Deze kosten zullen worden doorgevoerd naar de veehouder. De loonwerker kan deze techniek door forceren zodat de veehouder er gebruik van moet maken. Deze manier van doorvoeren wordt ook wel de push strategie genoemd. De veehouder wordt geforceerd om gebruik te maken van de techniek. Deze strategie is vaak niet de beste optie. Er heerst momenteel veel concurrentie op het gebied van loonwerkzaamheden. Momenteel zijn 7.942<sup>9</sup> loonbedrijf vestigingen in Nederland. Het aantal hakselaren in Nederland is helaas niet bekend. Kosten van het hakselen varieert per loonwerker van ongeveer 300 tot 400 euro per hectare<sup>10</sup>. Wanneer er gebruik wordt gemaakt van gewasmeting zal deze kostprijs stijgen. Het gebruik van gewasmeting zal doormiddel van een push strategie kunnen worden doorgevoerd. De veehouder wordt dan verplicht om de techniek te gaan gebruiken en de extra kosten hiervoor te betalen, maar vaak weten de veehouders niet wat dit gaat opleveren. Wanneer de loonwerker voor het gebruik kan aantonen wat de toegevoegde waarde is van deze sensoren, kan de klant om deze techniek vragen. Er wordt dan gebruik gemaakt van pull strategie. Dit rapport kan ook worden gebruikt voor dealers. Wanneer de dealer op een simpele manier kan laten zien aan de loonwerkers hoe hij de klanten zo ver kan krijgen om te investeren in deze sensor, zal de verkoop van deze technieken ook stijgen.

### 1.5 Problemen die opgelost moeten worden?

Met de komst van precisie landbouw zijn er nieuwe methodes ontstaan om te kunnen optimaliseren. Deze hulpmiddelen zijn vaak duur. Daarnaast wordt de veehouder overladen met informatie over zijn grasland. Hierdoor zijn veehouders vaak niet geïnteresseerd in toepassingen. Daarnaast zijn er nog maar weinig testen gedaan in de praktijk. Hierdoor is het voor de veehouder nog een onbekende factor. Om een veehouder zover te krijgen moet hij duidelijk voor ogen hebben wat de toegevoegde waarde is van deze toepassingen. Daarmee komen we gelijk bij de hoofdvraag.

#### **Wat is de toegevoegde waarde van plaatsspecifieke opbrengst- en kwaliteitsmetingen van gras voor de veehouder?**

Hier uit vloeien de volgende deelvragen:

##### **1. Wat is de betrouwbaarheid van opbrengstmeting op hakselaars?**

De opbrengstmeting werkt goed in de theorie. Maar hoe is dit in de praktijk. Vaak ben je afhankelijk van verschillende factoren. Met deze deelvraag wil ik aantonen of de opbrengstmeting in de praktijk ook echt blijkt te werken.

##### **2. Hoe werkt de kwaliteitsmeting op hakselaars?**

Door middel van een NIR sensor kunnen er verschillende elementen in het gewas worden gemeten. Dit werkt goed op papier, maar hoe gaat het in het veld?

##### **3. Kan opbrengst- en kwaliteitsmetingen met behulp van satellieten worden toegepast op grasland?**

Er is nog weinig bekend over satelliet metingen op het gebied van grasland. In de akkerbouw is het een bewezen techniek, maar met grasland is er nog maar weinig praktijkervaring.

##### **4. Waar moet op worden gelet bij het maken van een taakkaart?**

Er zijn meerdere data verzameld. Deze data is voor de veehouder nog nutteloos. De gegevens moeten verwerkt worden in taakkaarten. Met de gegevens die er zijn verzameld in

<sup>9</sup> Aequorfacts, arbeidsmarkt

<sup>10</sup> Melkveehouders nieuwsgrazer, wat kost grashakselen per hectare bij jullie?

het praktijkonderzoek wordt gekeken hoe dit is te verwerken in een advies voor de veehouder.

Met deze deelvragen zal de hoofdvraag worden beantwoord.

Verwacht wordt dat dit rapport een bewijsmiddel voor loonwerkers naar hun klanten wordt. Als de loonwerker kan aantonen aan de klant dat er daadwerkelijk een toegevoegde waarde is van deze sensoren, zal de boer gaan vragen om de techniek. Dit betekent dat de situatie veranderd van een push naar een pullstrategie. De loonwerker kan hierdoor investeren in de verschillende technieken. Hiermee heeft de loonwerker een stap voor op de rest van de markt. In de huidige markt voor hakselen is dit zeer belangrijk.

Het verslag wordt geschreven op basis van een studie naar de toepassing van verschillende sensoren bij het oogsten van gras. Hier wordt de focus gelegd op de juiste werking en het functioneren van de verschillende sensoren. Dit verslag zal de toegevoegde waarde van de verschillende sensoren aantonen. Op dit gebied wordt het financiële gedeelte nadrukkelijk niet behandeld. De techniek is nog nieuw, dit betekent een vrij hoge aanschaf prijs. Wanneer de technieken zijn geïntegreerd in de oogst methodiek zal de prijs vanzelf zakken. Dit is zo met alle nieuwe technieken. Het onderzoek bevat alleen technieken die reeds te koop zijn. De technieken moeten vrij te krijgen zijn voor iedereen.

## 1.6 Leeswijzer

Het eerste hoofdstuk is een inleiding op het gebied van precisielandbouw. In dit hoofdstuk wordt beschreven waarom precisie landbouw veel voor de agrarische wereld kan betekenen. Tevens wordt er dieper ingegaan op het onderzoek.

In het tweede hoofdstuk wordt er dieper op het onderwerp precisielandbouw in gegaan, hoofdzakelijk op het gebied van grasland. In dit hoofdstuk staan de 5 verschillende takken van precisielandbouw centraal.

In het derde hoofdstuk worden de elementen van graslandverbetering besproken. Dit hoofdstuk is een introductie op de volgende hoofdstukken. Elk hoofdstuk zal zich meer verdiepen over een aantal elementen die in dit hoofdstuk worden besproken

Het vierde hoofdstuk is een verdieping over het element bodem. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de bodem van grasland in kaart kan worden gebracht.

Het vijfde hoofdstuk gaat dieper in over de metingen van de grasoogst. In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe er op verschillende manieren de kwaliteit en de opbrengst van gras kan worden gemeten. Er is voor gekozen om 3 verschillende technieken eruit te lichten.

Centraal in het zesde hoofdstuk staan de opbrengst- en kwaliteitsmeting op de hakselaar. Per merk worden de verschillen bekeken. Er is gekozen voor de vier belangrijkste merken hakselaars in Nederland: John Deere, New Holland, Claas en Krone.

Het zevende hoofdstuk is het logische vervolg van de 2 vorige hoofdstukken. In dit hoofdstuk wordt geschreven hoe de data van de verschillende sensoren worden verwerkt tot een kaart waarmee plaatsspecifiek een oplossing kan worden bepaald.

In het achtste hoofdstuk wordt dieper in gegaan op bemesting. Hier in worden de verschillende manieren van mest aanwending behandeld. Aan het einde wordt de integratie van precisielandbouw in het aanwenden van mest behandeld.

---

In het negende hoofdstuk worden de verschillende onderzoeksresultaten van de verschillende merken hakselaars behandeld.

Het tiende hoofdstuk bevat de conclusie en de discussie over de onderzoeksvragen. In dit hoofdstuk worden de onderzoeksvragen beantwoord.

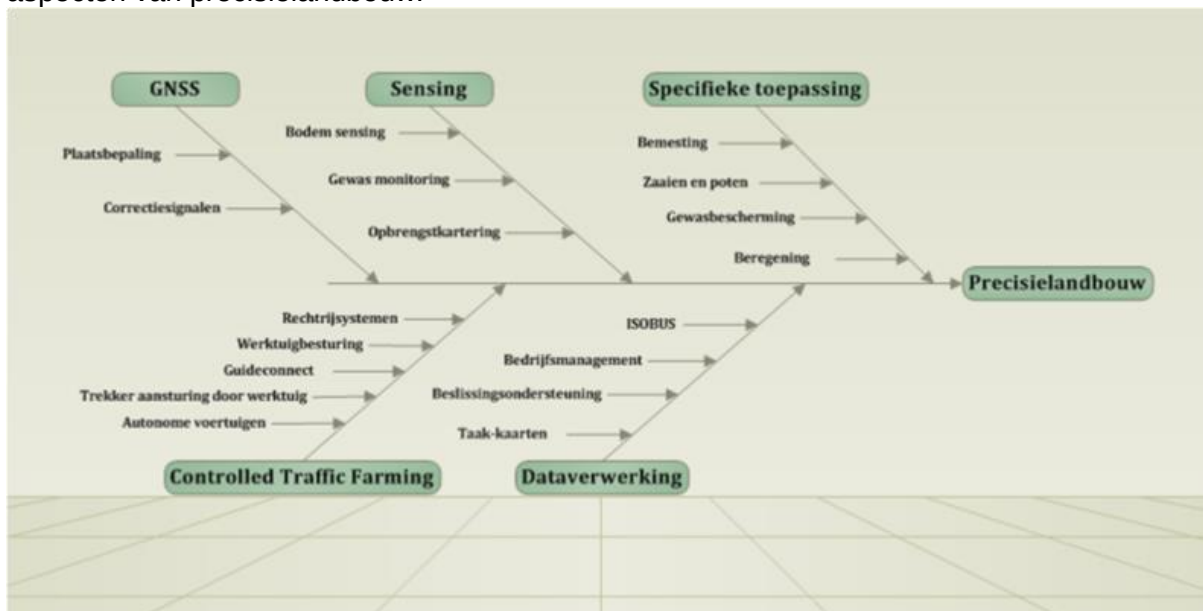
Als laatste treft u een aanbeveling met hier een nieuw onderzoeksplan. Deze is opgesteld aan de hand van de resultaten van het onderzoek.

Achterin het verslag treft u de bijlages. Bijlage V is checklist schriftelijk rapporteren. Deze kan in gevuld worden, naar behoeven.



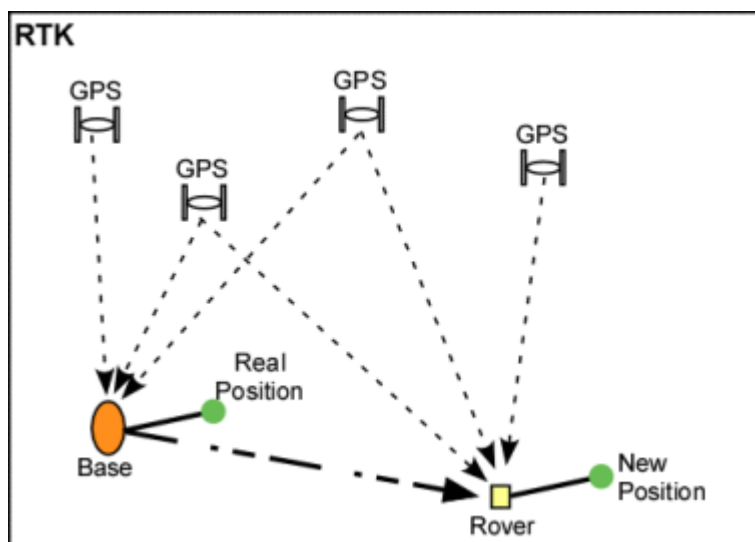
## 2 Precisielandbouw

Precisie landbouw, ook wel Precision Farming genoemd, is een nieuw hulpmiddel om grasland opbrengst en kwaliteit te optimaliseren. Precision Farming is een farming management concept gebaseerd op observeren, meten en het reageren op de groei en variëteit in het gewas<sup>11</sup>. In Figuur 2 is een diagram weergegeven met de verschillende aspecten van precisielandbouw.



Figuur 2 Elementen van precisie landbouw

Het begrip precisielandbouw is opgedeeld in 5 verschillende takken met allemaal hun eigen toepassingen. GNSS staat voor plaatsbepaling aan de hand van satellieten. In Figuur 3 is een kort overzicht gegeven van GNSS plaatsbepaling. Vele mensen kennen alleen de term GPS. Deze is helaas niet helemaal juist. GPS staat voor Global Position System. Dit is de Amerikaanse versie van GNSS. Naast de Amerikaanse GPS, zijn er nog meer leveranciers van GNSS systemen. Een van de belangrijkste is het Russische Glonass. Het GPS en Glonass systeem bestaat uit de meeste satellieten. De satelliet is uitgevoerd met een uiterst nauwkeurige atoomklok. De GNSS ontvanger ook. De satelliet verzendt een boodschap met hierin de tijd en de nummer van de satelliet. Wanneer beide tijden met elkaar worden vergeleken kan de tijd hoe lang de boodschap er over gedaan heeft worden berekend. Met de theoretische snelheid van de boodschap kan zo ook de afstand van ontvanger tot de satelliet worden bepaald. Wanneer er afstand vanaf 4 satellieten zijn berekend kan de positie van de ontvanger worden berekend. Een simpel GNSS systeem is



Figuur 3 GPS werking

<sup>11</sup> [precisielandbouw.nl](http://precisielandbouw.nl), About Precision Agriculture

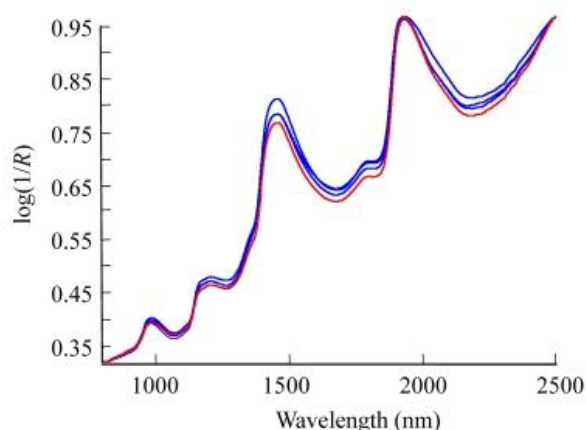


voor de landbouw vaak niet nauwkeurig genoeg. Om een acceptabele nauwkeurigheid te kunnen behalen wordt er gebruik gemaakt van een RTK correctiesignaal. Dit is een correctiesignaal die wordt berekend met behulp van vaste stations op aarde. In Figuur 3 wordt het vaste station weergegeven met base. De trekker (ontvanger) wordt weergegeven met rover. De base berekend de correctie aan de hand van zijn ingegeven vaste positie. De berekende correctie kan worden toegepast op het bestaande GNSS signaal. Hiermee kan een nauwkeurigheid<sup>12</sup> worden behaald van 2 cm.

De tweede tak in Figuur 2 is sensing. Met sensing wordt bedoeld het meten van de verschillende data. Dit kan zowel in de bodem als er boven op zijn. Doormiddel van sensoren worden verschillende elementen in de bodem gemeten. Hiernaast kan er ook gebruik gemaakt worden van satellieten die de gewasopbrengst in kaart kunnen brengen. Aan de hand van de locatie bepaald door het GNSS systeem kan er een kaart worden opgesteld. Tijdens het hakselen kan de voedingswaarde van het gras worden gemeten met een Near Infra Red (NIR) sensor. Hierdoor weet je precies wat de voedingswaarde van het gewas is. De NIR sensor die wordt gebruikt op de hakselaar is dezelfde die ook in het lab wordt gebruikt. Maar hoe werkt een NIR sensor?

### Werkingprincipe NIR

Deze informatie komt van de website [inteligenceforfood.nl](http://inteligenceforfood.nl)<sup>13</sup> Het gras wordt voor een aantal diodes geplaatst. Diodes zenden een bepaald soort licht uit. In dit geval zenden de diodes nabij infra-roden stralen uit tussen de golflengte van 800 en 2500nm. Deze straling is niet zichtbaar voor het menselijk oog. NIR technologie is gebaseerd op de eigenschappen dat moleculen specifieke frequentie hebben waardoor ze draaien of vibreren. Dit wordt ook wel resonantie genoemd. Het verschilt per molecuul wanneer deze gaat resoneren. NIR technologie is er op dit moment van resoneren gebaseerd. De specifieke frequentie van resonantie hangt sterk af van de moleculaire structuur en de atomaire massa van de stof. Wanneer het molecuul resoneert, neemt deze de straling op die past bij de frequentie. Dit wordt ook wel absorptie genoemd. De absorptie kan bepaald worden door de hoeveelheid licht dat door het monster gaat (transmissie) of dat wordt teruggekaatst (reflectie). De gemeten waarden vormen een infrarood spectrum. Dit spectrum is uniek voor iedere stof. De



Figuur 4 NIR spectra loquats (Chinese vrucht)

<sup>12</sup> New Holland PLM

<sup>13</sup> [Inteligenceforfood.nl](http://inteligenceforfood.nl), Toepassingen van NIR-spectroscopie in de voedingsindustrie

## spectrum wordt ook de 'fingerprint' van het monster genoemd. In

Figuur 4 op de vorige pagina is de fingerprint weergegeven van een loquats, dit is een chinese plant. Voor een juiste werking van de NIR sensor is deze fingerprint zeer belangrijk. Het opstellen van een fingerprint neemt een aantal jaren in beslag.

De tak specifieke toepassingen in Figuur 2 is een ruim begrip. In dit geval wordt hiermee bedoelt de handelingen die plaatsspecifiek moeten worden uitgevoerd. De hoeveelheid is afhankelijk van de waardes die zijn bepaald tijdens het sensing. Bij toepassingen kan worden gedacht aan zaaien, gewasbescherming, bemesting en beregening. In dit rapport zal er hoofdzakelijk gericht worden op bemesting. Bemesting is een toepassing die het meeste wordt gebruikt. Voor het precisie bemesten is er een taakkaart nodig. Dit is een kaart waarin weer is gegeven hoeveel er moet worden bemest en op welke plek. Deze taakkaart kan worden opgesteld aan de hand van verschillende data die verzameld zijn tijdens het sensing. Afhankelijk van de strategie van de veehouderij wordt er op bepaalde plaatsen meer of minder bemest. Dit valt onder de laatste tak in Figuur 2: dataverwerking.

Bij Controlled Traffic Farming in Figuur 2 is een van de takken waar gelijk aan wordt gedacht bij precisielandbouw. Een van de eerste ontwikkelingen in precisielandbouw was op het gebied van rechtrij systemen. Dit was een simpel lichtbalk die de richting aangaf. De nauwkeurigheid van dit systeem is niet voldoende voor verschillende toepassingen in de precisielandbouw. De eerste autonome tractoren, konden ontwikkeld worden dankzij de komst van RTK GPS. Ook de ontwikkeling van de aansturing van de trekker vanaf het werktuig is een van de belangrijkste ontwikkelingen.

Op het gebied van precisielandbouw zijn er veel nieuwe ontwikkelingen. Precisielandbouw is een belangrijk hulpmiddel bij de optimalisatie van grasland. In de volgende hoofdstukken wordt er dieper op de verschillende oplossingen op het gebied van precisielandbouw ingegaan.

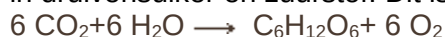
### 3 Elementen voor graslandverbetering

Om de opbrengst te optimaliseren moet er eerst goed worden gekeken waarmee je de opbrengst kan optimaliseren. In de loop van de jaren zijn er vele onderzoeken geweest naar de effecten van de verandering van deze elementen. In het dit hoofdstuk zullen de verschillende elementen worden beschreven.

#### 3.1 Graslandoptimalisatie

De laatste decennia is er veel onderzoek gedaan op het gebied van graslandoptimalisatie. De opbrengsten per hectare zijn ook gestegen, maar verhoudingsgewijs veel minder dan de melkproductie en de arbeidsproductiviteit. Om de maximale opbrengst en kwaliteit uit gras te halen zijn er een aantal variabelen die zeer belangrijk zijn. Deze gegevens zijn reeds bekend en uitgebreid onderzocht. Ze zijn gebundeld in het boek: Modern graslandgebruik<sup>14</sup>.

Onder groei wordt verstaan de toename in volume van een plant als een gevolg van celdeling en cel strekking. Onder productie wordt de gewichtstoename van droge stof per tijdseenheid bedoeld. Deze productie is afhankelijk van een 2 tal processen; fotosynthese en ademhaling. Bij fotosynthese wordt doormiddel van zonlicht, koolzuurgas en water omgezet in druivensuiker en zuurstof. Dit is weergegeven in de onderstaande formule:



De druivensuiker dient weer voor het maken van andere stoffen zoals bietsuiker, zetmeel en celstof. Deze stoffen bestaan ook uit de elementen C, H en O. Ook worden er eiwitten gemaakt uit de elementen, hier worden dan nog wel de elementen N, S en P aan toegevoegd. Door ademhaling van de plant wordt de productie van gras juist minder.

Samengevat: De grasproductie is het verschil tussen fotosynthese en ademhaling. Ofwel:

Productie = Fotosynthese – Ademhaling.

Onder optimale omstandigheden kan de productie van gras in Nederland wel 200 kg droge stof per hectare per dag bedragen. Voor de groei, opbrengst en ontwikkeling zijn een aantal factoren zeer belangrijk. De belangrijkste zijn:

- Licht
- Temperatuur
- Water
- Voedingsstoffen (bemesting)
- Grassoorten/ typen/ rassen
- Ziekten en plagen
- Structuur van de grond
- Maaimoment

Per factor zal er behandeld worden hoe deze factoren invloed hebben op het gewas en hoe deze factoren kunnen worden verbeterd

##### 3.1.1 Licht

Licht wordt gebruikt als energiebron voor de fotosynthese. De hoeveelheid licht is dan ook zeer belangrijk voor de opbrengst en de kwaliteit van het gewas. Bij bijna alle grasproductie is de belangrijkste lichtbron, de zon. De zon is een gratis lichtbron, daarom wordt hier dan ook goed gebruik van gemaakt.

<sup>14</sup> Ing. J.A. de Jong, Modern graslandgebruik

De hoeveelheid licht is sterk afhankelijk van een aantal factoren:

- Afstand ten opzichte van de evenaar
- Bewolking
- Seizoen (voorjaar, zomer, najaar, winter)

De factor licht is niet rendabel om te gaan beïnvloeden. Wil je de hoeveelheid licht gaan vergroten moet er gebruik worden gemaakt van kunstlicht. De hoeveelheid energie die hier in moet worden gestoken is niet rendabel in vergelijking met de extra opbrengst die wordt gegenereerd.

### 3.1.2 Temperatuur

Temperatuur speelt vooral een rol in het voorjaar. Bij een bepaalde temperatuur zal het gras in het voorjaar weer gaan groeien. Dit is afhankelijk van de grassoort. De temperatuur heeft grote invloed op de wateropname en daarmee ook de opname van voedingsstoffen uit het water. Ook processen als celdeling en daardoor de snelheid waarmee de plant groeit zijn sterk temperatuur afhankelijk. De optimale temperatuur voor productie van gras is ongeveer tussen de 20 en 25 graden Celsius. Om de temperatuur, zonder hulp van de natuur, op het optimum te krijgen zal er constant moeten worden gestookt of gekoeld. Dit is niet rendabel voor de productie van gras.

### 3.1.3 Water

Water is een van de grondstoffen voor fotosynthese. Naast deze taak zorgt het ook voor de transport van opgeloste voedingsstoffen die nodig zijn om eiwitten te vormen. Het overgrote deel van het water dient alleen voor transport. Dit water wordt verdampt via de bladeren. Wanneer de plant te weinig water binnenkrijgt sluiten de huidmondjes. Hierdoor wordt de aanvoer van koolzuurgas en de afvoer van water sterk geremd. Zowel de fotosynthese als de aanvoer van voedingsstoffen wordt hierdoor sterk verminderd. Voor een goede opbrengst is water zeer belangrijk voor een plant. Een goede waterhuishouding is dan ook zeer belangrijk voor de opbrengst. Er kan eventueel worden gesproeid om de groei te bevorderen. Te veel water is ook niet goed voor de plant. Er moet worden gezorgd voor een goede afwatering.

### 3.1.4 Voedingsstoffen (bemesting)

Voor het optimaliseren van grasland zijn voedingsstoffen een van de belangrijkste factoren. Er worden 2 groepen voedingselementen onderscheiden:

Hoofdelementen ook wel macro-elementen genoemd. Dit zijn elementen waar als regel veel van nodig is:

- Stikstof (N)
- Zwavel (S)
- Fosfaat (P)
- Kalium (K)
- Calcium (Ca)
- Magnesium (Mg)
- Natrium (Na)

Spoorelementen ook wel micro elementen genoemd. Dit zijn elementen waar maar weinig van nodig is. Dat zijn de volgende elementen:

- Koper (Cu)
- Kobalt (Co)
- IJzer (Fe)

Op basis van de werking in de plant kan er een indeling gemaakt worden voor elk proces:

- Bouwelementen van de eiwitten: N, S, P;
- Bouwelementen van enzymen: Fe, Cu;
- Bouwelementen van het bladgroen: N, Mg;
- Schakel bij de fotosynthese: P, K, Fe;
- Schakel bij het transport binnen de plant;

De stoffen kunnen op verschillende manieren worden toegediend. Dit kan doormiddel van dierlijke mest en kunstmest. Het verschilt sterk per meststof wat voor hoeveelheden elementen deze bevat. De gemiddelde hoeveelheid elementen van deze meststoffen kun je vinden in bemesting tabellen. Meer informatie over het bemesten van grasland vind u in het hoofdstuk bemesting.

### 3.1.5 Grassoorten

In de loop van de jaren zijn er veel verschillende grassoorten ontwikkeld. Allemaal hebben ze hun eigen eigenschappen en kenmerken. Sommige grassoorten zijn ontwikkeld voor een goede opbrengst, andere juist weer op een goede kwaliteit. Ook zijn er grassoorten die bedoeld zijn voor beweiding. Een van de meest gebruikte grassoorten is Engels Raaigras. Dit ras staat vooral bekend door de snelle groei en grote opbrengst. Naast de grassen kunnen er ook verschillende soorten klaver bij het gras worden gevoegd. Klaver is een plant die stikstof uit de lucht bindt met de grond. Hierdoor zal het stikstof gehalte in de grond stijgen. Er is veel informatie te vinden over de rassen. Binnen dit rapport worden de soorten gras buiten beschouwing gelaten, omdat de kennis van de verschillende soorten grassen ruimschoots aanwezig is bij de verschillende graszaad handelaren.

### 3.1.6 Ziekte en plagen

Net zoals elk ander gewas heeft gras last van ziektes en plagen. Deze kunnen het gras aantasten of zelfs doden. De conditie van het gras moet goed in de gaten worden gehouden. Wanneer het gras wordt aangetast door verschillende ziektes of plagen moet er snel worden gehandeld. Dit kan op verschillende manieren. Bij bepaalde soorten ziektes en plagen kan er worden gekozen om doormiddel van gewasbestrijdingsmiddelen de plaag dood te spuiten of de ziekte te verhelpen. De hoeveelheid en het soort middel is sterk afhankelijk van het type ziekte of soort ongedierte. Er moet opgepast worden met bestrijdingsmiddelen omdat deze zeer schadelijk voor het milieu kunnen zijn. Naast deze bestrijdingsmiddelen kunnen sommige soorten plagen ook worden verholpen door gebruik te maken van de natuurlijke vijand van de plaag. Het is belangrijk dat er goed wordt gekeken met wat voor plaag of ziekte men te maken heeft. De ziekte of de plaag kan de opbrengst van het gras sterk reduceren. Het is dus van belang dat men goed let op ziektes en plagen in de weide.

### 3.1.7 Structuur van de bodem

De structuur van de bodem is één van de belangrijkste factoren voor grasland opbrengst en de kwaliteit van het gras. Een goede bodem begint bij grondbewerking net voor het inzaaien. Er moet goed worden gekeken naar de verschillende manieren van grondbewerking voordat men gaat inzaaien. Er moeten voldoende voedingsstoffen aanwezig zijn, zodat het graszaad voldoende voedingsstoffen tot zijn beschikking heeft wanneer deze zal kiemen. Daarnaast moet de bodem voldoende los zijn, zodat het zaad goed kan wortelen. De bodem moet ook niet te los zijn, anders ontstaat er erosie. Daarnaast bevat de grond nog verschillende mineralen. In het volgende hoofdstuk vindt u meer over het bepalen van de structuur van de bodem.

### 3.1.8 Moment van maaien

Het moment van maaien is zeer belangrijk voor de verschillende voedingsstoffen in gras. Er is nog weinig onderzoek gedaan naar het effect van het juiste maaimoment. Dit komt omdat er nog geen goedkope manier is om te kunnen bepalen wat het juiste moment is van maaien. Daarnaast is het maaien van het gras nog steeds weersafhankelijk. Voordat het gras kan worden ingekuild moet het gras worden gedroogd. Dit moet zo snel mogelijk gedaan worden. Wanneer dit niet snel wordt gedaan, treedt er verlies op van voedingsstoffen in het gras. Hiervoor is droog weer nodig met een hoge verdamping. Helaas zijn de zomers in Nederland niet altijd even mooi. Dit betekent dat er moet worden geprofiteerd van de dagen waarop de verdamping hoog is. Dit betekent voor de boer vaak dat hij zal schatten op het oog wat de staat van het gras is. Hij kijkt hier met name naar de opbrengst en niet naar de voedingswaarde van het gras. Om toch het juiste maaimoment van het gras te bepalen moeten er nog vele onderzoeken worden gedaan. Er moet een snelle en goedkope manier komen om dit te kunnen bepalen. In mijn onderzoek wordt er niet verder op dit onderwerp ingegaan.

### 3.2 Kuilkwaliteit

De kwaliteit van grasland is erg belangrijk voor het kwaliteit van het voer. Wanneer het gras is ingekuild en goed is afgedekt ondergaat het gras een verzuringsproces. Melkzuurbacteriën zetten het suiker om in zuren<sup>15</sup>. Dit gaat net zo lang door totdat het zuurwaarde in kuil zo hoog is dat de melkzuurbacterie zal sterven door zijn eigen aan gemaakte zuur. Er ontstaan door dit proces geen extra mineralen. Wanneer je dus goed weet wat er in de kuil gaat, weet je ook ongeveer wat er uit komt. Momenteel monstere boeren de kuil vlak voordat ze beginnen met voeren. Dit betekent dat de boer niet veel meer kan doen aan de kwaliteit van zijn kuil. Er kunnen diverse toevoegingsmiddelen worden toegevoegd aan het gras om de kwaliteit te vergroten, maar omdat de kwaliteit niet bekend is moet de boer de hoeveelheid van deze toevoegingsmiddelen gaan schatten. Toch zijn een paar manieren om te controleren wat het kwaliteit van het gras is. De 3 belangrijkste elementen voor een goede kwaliteit zijn<sup>16</sup>:

- Droge Stof gehalte
- FEM
- FOP

Met de droge stofgehalte wordt bedoeld het gehalte in gras wat niet kan worden verdampt. De droge stof bevat dan ook alle voedingswaarde. FEM is de waarde voor pensenergie. Dit is de hoeveelheid energie die door de pens kan worden opgenomen. De FOP is penseiwit. Dit is de hoeveelheid eiwit die kan worden opgenomen in de pens van de koe. Deze 3 factoren zijn belangrijk voor inzicht in een goede kuil.

<sup>15</sup> Lr. G. W. Wieringa en Sj. de Haan, inkuilen

<sup>16</sup> Boerderij, Inzicht in kwaliteit vers gras



## 4 Bodemanalyse

Zoals al eerder beschreven is bodemkwaliteit een van de belangrijkste elementen van graslandoptimalisatie. Onder de bodem verstaan we de toplaag van de aardkorst. De kwaliteit van de bodem is niet uniform. Voor het goed bepalen van een plan van aanpak voor het optimaliseren van de bodem zijn een aantal factoren van belang:

- Stikstofgehalte
- Fosfaatgehalte
- Organische stof gehalte
- De structuur

Er zijn een aantal manieren om deze factoren te kunnen meten.

### 4.1 Het Spurway bodem onderzoek

Een van de meest uitgebreide onderzoeken is het Spurway bodemonderzoek. Hiermee zijn speciale bedrijven, zoals Altic<sup>17</sup>, bezig. Bij dit onderzoek worden er verschillende grondmonsters genomen. De locatie van deze monsters worden geregistreerd doormiddel van GNSS. In Figuur 5 is een quad weer gegeven die is uitgevoerd met een grondbemonsteringsboor. Naast de boor is de quad ook uitgevoerd met een GNSS ontvanger. De positie van de monsters wordt bepaald door het perceel op te delen doormiddel van een raster. Afhankelijk van de wens van de klant wordt het aantal monsters per hectare bepaald. De monsters worden opgestuurd naar het laboratorium waar deze worden geanalyseerd. Het resultaat van een onderzoek is te vinden als bijlage I. Hierin is te zien dat er een groot aantal belangrijke elementen kunnen worden gemeten. Dit zijn:

- Nitraatstikstof
- Ammoniumstikstof
- Chloride
- Overige voedingselementen:
  - Stikstof
  - Fosfor
  - Kalium
  - Magnesium
  - Zwavel
  - Calcium
  - Mangaan
  - Zink
  - IJzer
  - Borium
  - Koper
- Geleidbaarheid
- Zuurgraad



Figuur 5 Quad met grondbmonster apparatuur

<sup>17</sup> Altic Dronten, Spurway onderzoek

## 4.2 Veris MSP3-machine

De Versis MSP3-machine is een machine die in de loop van de jaren ontwikkeld is na de vraag naar een snelle en nauwkeurige manier om de bodem te kunnen analyseren. De grondbemonstering zoals in de vorige paragraaf is beschreven is zeer betrouwbaar maar vaak niet nauwkeurig genoeg. Ook is er niet van iedere vierkante meter een meting. Dit is te duur. Daarom heeft het bedrijf Agrometius, in samenwerking met een machinebouwer, de Veris ontwikkelt. De Veris is een mobiele bodemscanner die 4 belangrijke waardes kan meten. Dit zijn:

- Elektrische geleidbaarheid
  - 0 - 30 cm diepte
  - 0 - 90 cm diepte
- Organische stof gehalte
- pH waarde

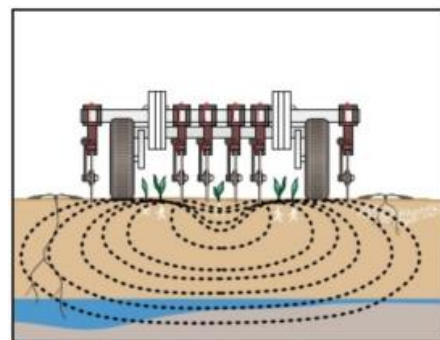
Deze 4 waardes worden gemeten door 3 verschillende apparaten. Er zal per gemeten waarde worden bekeken hoe de machine deze kan meten<sup>18</sup>. In Figuur 6 is een afbeelding weergegeven met de verschillende componenten. Alle data die per component worden verzameld worden gekoppeld aan de GNSS locatie van de tractor. Doormiddel van deze locatie kan er achteraf een kaart worden opgesteld. De nauwkeurigheid van de kaart is afhankelijk van de ingestelde werkbreedte in het GNSS systeem. Hoe kleiner de werkbreedte is hoe nauwkeuriger de machine wordt. Er kan worden gewerkt bij snelheden van 8 tot 16 km/h.



Figuur 6 Veris bodemscan

### 4.2.1 Elektrische geleidbaarheid

De elektrische geleidbaarheid wordt bepaald doormiddel van een elektronische scanner. Er lopen 6 kouterelektrodes over de bodem. Wanneer de Veris over het veld wordt getrokken zenden 3 van deze kouters een bekende stroomwaarde de grond in. 3 andere kouters zijn de ontvangers. Zij vangen de stroom weer op die terug komt. Het verschil tussen de uitgezonden stroom en de ontvangen stroom wordt vertaald naar een geleidbaarheid. In Figuur 7 is duidelijk te zien hoe de elektrische signalen de grond penetreren. De elektrische geleidbaarheid zegt met name iets over de vochtwaarde. Hoe meer vocht er in de grond aanwezig is hoe beter de geleiding. Daarnaast zegt de geleiding iets over de dichtheid van de grond. Dit verschilt per type grond (zand, klei, leem, etc.).



Figuur 7 Elektrische geleidbaarheid bepalen

<sup>18</sup> Agrometius, Veris-MSP3-bodemsensor

#### 4.2.2 Organische stof gehalte

De organische stof gehalte wordt bepaald door een Near Infra Red sensor. In het hoofdstuk precisielandbouw is reeds uitgelegd hoe de NIR sensor werkt. De hoeveelheid organische stof wordt gebaseerd op het verschil in de kleuren van de bodem. De NIR sensor kan deze verschillen meten en omzetten in voltage. Om te voorkomen dat de sensor restgewassen zal meten, wordt er eerst een sleufje gemaakt. Door dit sleufje wordt de sensor getrokken. De sensor wordt beschermd door 2 kouters die aan de zijkant zijn gemonteerd. In Figuur 8 is duidelijk te zien hoe de sensor door de sleuf wordt getrokken. Grond met een hoge organische stof gehalte is vaker donker van kleur.



Figuur 8 NIR sensor

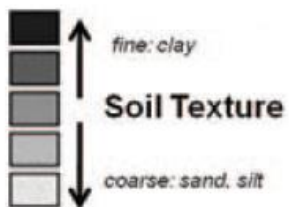
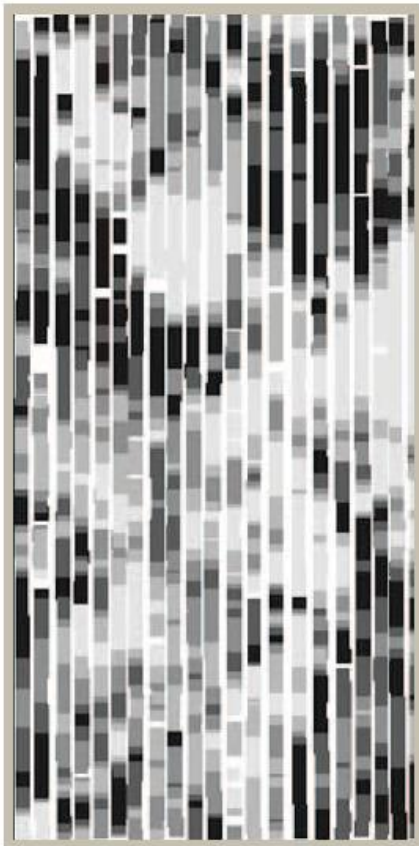
#### 4.2.3 pH waarde

Het bepalen van de pH waarde van de bodem is moeilijker. Daarvoor moeten er monsters worden genomen van de bodem. Deze monster worden genomen door de machine. Voor op de machine is een kouter gemonteerd. Deze kouter zorgt ervoor dat er een deel van de bodem in een monsterbakje komt. Een ruimingsinstallatie zorgt er voor dat er geen gewasresten voor de kouter kunnen komen. In het monsterbakje zitten een 2 tal pH-elektrodes gemonteerd. Deze elektrodes kunnen doormiddel van een stroompje de pH-waarde van de grond bepalen. Nadat de waarde is gemeten wordt het monster weer terug gestort op de bodem. Dit wordt volledig automatisch gedaan. Het bepalen van de pH-waarde duurt 7 tot 25 seconden. Gemiddeld duurt een monster ongeveer 10 seconden. Nadat het monster is gedumpt moeten de elektrodes worden gewassen. Dit gebeurt door een 4tal sproeikoppen. Het water wat hier voor nodig is, wordt opgeslagen in een polyester tank boven op de scanner. Deze kan maximaal 378 liter water meenemen. Optioneel kunnen er schijven aan de achterzijde van de Veris worden gemonteerd die de grond weer egaliseren.

#### 4.3 Het resultaat

Het resultaat zijn een 3 tal bodem kaarten. Figuur 9 Bodemkaarten Verisis een voorbeeld van deze 3 tal bodem kaarten. Figuur 9 bevind zich uitvergroot op de volgende pagina, zo kan er goed worden gekeken naar elk detail. De kaarten zijn gemaakt van hetzelfde perceel. Er is goed te zien dat de pH-waarde niet continu wordt bepaald. Daarnaast is te zien dat de werkbreedte te breed is ingesteld. Hierdoor zijn sommige gedeeltes in de kaart niet zichtbaar.

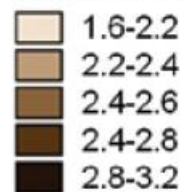
## Soil Electrical Conductivity



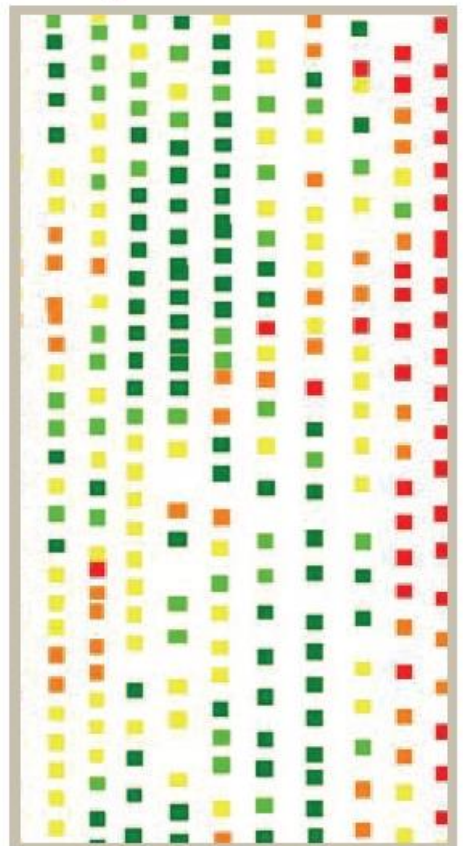
## Organic Matter



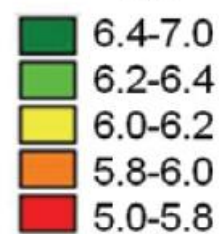
### Organic Matter %



## Soil pH



### pH



Figuur 9 Bodemkaarten Veris



## 5 Metingen voor en tijdens de grasoogst

Voor bepaling van de hoeveelheid elementen die moeten worden toegediend voor dat het gras is gezaaid, kan er goed worden gekeken naar de verschillende bodemkaarten. Er kan dan precies worden bemest naar de behoefte van het gras. Dit gras kan deze mineralen opnemen. Om te kunnen bepalen hoeveel mineralen er moeten worden toegediend na de eerste oogst, moet er goed gekeken worden naar de mineralen die zich bevinden in het geoogste product. Een van de manieren is doormiddel van een opbrengst- en kwaliteitsmeting op de hakselaar. Om goed te kunnen begrijpen hoe deze systemen werken volgt er eerst een algemene uitleg over de werking van de hakselaar. Daarna zal er dieper worden ingegaan op de verschillende systemen.

### 5.1 Mechanisatie grasoogst

Voor de oorlog werd het gras nog gemaaid met een zeis. Dit gras werd opgezet in oppers. Een opper is lang gras wat in elkaar wordt geschoven. Hierdoor kan de wind er gemakkelijk door heen en wordt het droogproces versnelt. In de jaren 50 werden de eerste tractoren geïntroduceerd in Nederland. Deze tractoren waren uit te rusten met werktuigen. Zo ook een werktuig voor het maaien van gras. Dit gras moest nog steeds worden opgeraapt en worden gebundeld. Dit was erg arbeidsintensief. Om dit te mechaniseren werden er opraapwagens en hakselaars ontwikkeld. Het dictaat 'Techniek van de ruwvoerwinning'<sup>19</sup> bevat veel gegevens over de verschillende oogstwerktuigen.

#### 5.1.1 Werking opraapwagen

Zoals de naam al zegt raapt de wagen het gewas op. Door middel van een pick-up wordt het gras in een invoer gedrukt. De invoer drukt deze weer in de wagen. Zo kan er veel gras mee worden genomen vanaf het perceel. Het gras wordt op een hoop gedraaid. Een trekker maakt de kuil kleiner door er overheen te rijden. Door het gewicht van de tractor wordt de kuil samen gedrukt. Het gewas blijft lang omdat deze niet wordt gesneden. Om toch een mooi gesneden gewas te krijgen worden er messen in het invoerkanaal geplaatst. De invoerrotor drukt het gras tegen de messen aan. Hierdoor wordt het gras gesneden. De snijbreedte is afhankelijk van de afstand tussen de messen. De opbouw van het invoerkanaal is weergegeven in Figuur 10 Invoer opraapwagen. De opraapwagen wordt niet verder behandeld in dit rapport



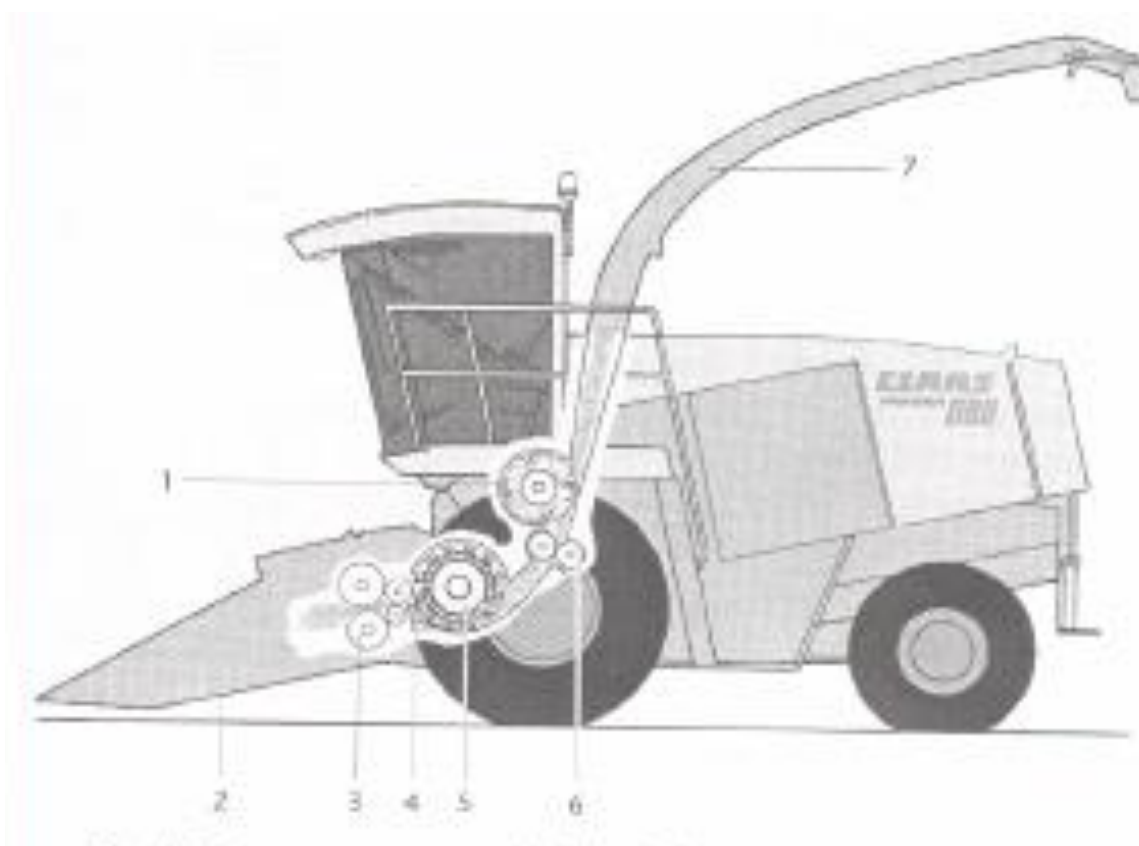
Figuur 10 Invoer opraapwagen

#### 5.1.2 Werking hakselaar

In de jaren 30 zijn er speciale machines ontwikkeld in Amerika en Canada voor het verhakselen van gras of andere gewassen.<sup>20</sup> Deze machine werd in de volksmond wel hakselaar genoemd (in het Engels: Forage Harvester). De eerste machines hadden nog te weinig vermogen om een hoge capaciteit te hebben.

<sup>19</sup> Techniek van de ruwvoerwinning, P. van Duinen

<sup>20</sup> Ritchie Wiki, Forage Harvesters,



Figuur 11 Onderdelen hakselaar

In bovenstaande Figuur 11 worden de verschillende onderdelen van de hakselaar behandeld. Deze onderdelen worden weergegeven met nummers. Het gras wordt opgeraapt door een pick up nummer 2. Deze is weergegeven in Figuur 12 De graspickup. Het gras wordt naar binnen gevoerd door de invoerrollen (nummer 3). Deze invoerrollen worden door veren gespannen zodat het gewas in een vast pakket wordt ingevoerd. Na de invoerrollen wordt het gewas opgenomen in de hakselkooi. De hakselkooi bevat messen. Deze draaien op hoge snelheid rond. De hakselkooi wordt weergegeven met nummer 5 in Figuur 11. Ook is er een stil staand mes aanwezig. In de afbeelding is deze weergegeven met nummer 4. Doordat het gewas langs deze mes moet worden het gewas in stukjes gesneden. De lengte van deze stukjes wordt bepaald door de afstand tussen de hakselkooi en het stilstaand mes. Nummer 6 zijn de korrelkneuzers. Deze zijn alleen gemonteerd wanneer er mais wordt gehakseld. Als laatste onderdeel is er de turbine. Deze is weergegeven met nummer 1. De turbine geeft nog extra snelheid aan het gewas zodat deze uit de blaaspijp kan worden geblazen. Vanuit de blaaspijp wordt het gewas in de kieper of silagewagen geblazen.



Figuur 12 De graspickup

Hakselen heeft de volgende praktische voordelen t.o.v. een opraapwagen:

- Het conserveringsproces bij inkuilen wordt bevordert, doordat gehakseld materiaal gemakkelijk verdicht kan worden. Gehakselde plantdelen geven gemakkelijker suiker vrij, waardoor melkzuurbacteriën sneller en beter zuur produceren.
- Een gehakseld product heeft in opslag een grotere dichtheid. Daarom is er minder ruimte nodig. Dit geldt ook voor het transport.
- Het product is makkelijker te verwerken bij het voeren.
- Hoge capaciteit (ha/uur) bij grote percelen.



Ook heeft het enkele nadelen ten opzichte van een opraapwagen:

- Hakselen is duur per manschap.
- Relatief veel personen nodig (minimaal 4).
- De hakselaar is een relatief zware machine. Dit zorgt voor veel insparing in het land. Ook moeten er 2 machines over het land rijden. Dit geeft 4 sporen per wiers in plaats van 2 sporen. Dit is slechter voor de bodemstructuur.

## 5.2 Verschillende manieren om opbrengst te meten en in kaart te brengen

Er zijn verschillende manieren om opbrengst van gras te meten. Dit kan volledig automatisch worden gedaan of met de hand. In dit paragraaf worden een aantal methodes behandeld.

### 5.2.1 Grashoogtemeter

In de loop van de jaren zijn er verschillende manieren ontwikkeld om grasland opbrengst en kwaliteit te meten en in kaart te brengen. Een van de makkelijkste en goedkoopste manier is door middel van een grashoogtemeter. Er zijn veel verschillende types grashoogtemeters te verkrijgen. Van mechanische tot elektronische. De prijzen hier tussen verschillen dan ook sterk. Het varieert van 10 euro tot wel 3000 euro. Het principe is het zelfde. In Figuur 13 is een simpele graslandmeter weergegeven. Een grashoogtemeter is een plaat die kan schuiven op een stok. Deze stok is 1130 mm lang. Op de stok is een ontgrendelmechanisme gemonteerd. Dit mechanisme houdt de plaat op 330 mm van de grond. De plaat is 430 x 430 mm groot. Wanneer het mechanisme wordt bedient valt de plaat op het gras. De hoogte van de plaat is af te lezen op een maatschaal die is gemonteerd aan de zijkant van de stok. Op de plaat is een tabel afgedrukt met hierin de grashoogte in mm en de daarbij corresponderende drogestofopbrengst (ds). Door middel van deze methode kun je snel en makkelijk de ds per hectare bepalen. Om een betrouwbare meting te doen zijn meerdere punten nodig. Door deze punten met een handheld GNSS ontvanger of een PDA op te nemen kan er eenvoudig een kaart gemaakt worden waarop plaatsspecifiek wordt opgegeven wat de opbrengst is. In het boek 'Graslandsignalen<sup>21</sup>' wordt dezelfde tabel weergegeven als op de grasland meter. Deze is weergegeven in Tabel 2:



Figuur 13 de graslandmeter

<sup>21</sup> Graslandsignalen, Berie Klein Swormink; Nick van Eekeren: Bert Philipsen

Tabel 2 Grashoogte opbrengst

| Grashoogte (cm) | Opbrengst bij weiden | Opbrengst bij maaien |
|-----------------|----------------------|----------------------|
| 9               | 675                  | 825                  |
| 10              | 785                  | 935                  |
| 11              | 900                  | 1.050                |
| 12              | 1.020                | 1.170                |
| 13              | 1.145                | 1.295                |
| 14              | 1.275                | 1.425                |
| 15              | 1.410                | 1.560                |
| 16              | 1.550                | 1.700                |
| 17              | 1.695                | 1.845                |
| 18              | 1.845                | 1.995                |
| 19              | 2.000                | 2.150                |
| 20              | 2.160                | 2.310                |
| 21              | 2.325                | 2.475                |
| 22              | 2.495                | 2.645                |
| 23              | 2.670                | 2.820                |
| 24              | 2.850                | 3.000                |
| 25              | 3.035                | 3.185                |
| 26              | 3.225                | 3.375                |

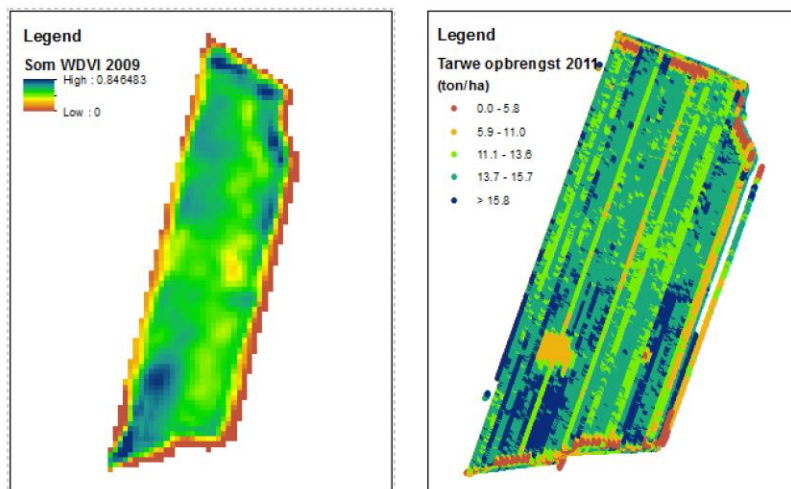
### 5.2.2 Satelietsensoren

In de akkerbouw is de techniek van de satelietsensoren al redelijk bekend. Bij de veehouderij nog niet. Maar toch is het een makkelijke en snelle manier om te kunnen zien wat de opbrengst van het gras is. De sateliet is uitgevoerd met camera's die optisch bekijken hoe het gewas erbij staat. Ook zijn er infrarood camera's aanwezig. Hiermee worden waarden

| Index       | Naam                                                                | Formule                                                                      | Ontwikkeld door         |
|-------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| NDVI        | Normalized Difference Vegetation Index                              | $(R_{NIR}-R_{red})/(R_{NIR}+R_{red})$                                        | Rouse et al. (1974)     |
| RVI         | Ratio Vegetation Index                                              | $R_{NIR}/R_{red}$                                                            | Jordan (1969)           |
| WDVI        | Weighted Difference Vegetation Index                                | $R_{NIR}-C \cdot R_{red}$<br>C = 2 (soil factor)                             | Clevers (1989)          |
| REP-LI      | Red edge position: linear interpolation method                      | $700+40(R_{re}-R_{700})/(R_{740}-R_{700})$<br>Rre: $(R_{670}+R_{780})/2$     | Guyot et al. (1988)     |
| MTCI        | MERIS Terrestrial Chlorophyll Index                                 | $(R_{754}-R_{708})/(R_{708}-R_{680})$                                        | Dash and Curran (2008)  |
| TCARI       | Transformed chlorophyll absorption in reflectance index             | $3((R_{700}-R_{670})-0.2(R_{700}-R_{550})(R_{700}/R_{670}))$                 | Haboudane et al. (2002) |
| TCARI/OSAVI | Combined Index: TCARI with Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index | TCARI/OSAVI<br>OSAVI: $1.16 \times (R_{800}-R_{670})/(R_{800}+R_{670}+0.16)$ | Haboudane et al. (2002) |
| MCARI       | Modified Chlorophyll Absorption index                               | $[(R_{700}-R_{670})-0.2 \times (R_{700}-R_{550}) \times (R_{700}/R_{670})]$  | Daughtry et al. (2000)  |
| DCNI        | Double-peak canopy nitrogen index                                   | $(R_{720}-R_{700})/(R_{700}-R_{670})/(R_{720}-R_{670}+0.03)$                 | Chen et al. (2010)      |
| NDRE        | Normalized Difference Red Edge Index                                | $(R_{780}-R_{720})/(R_{780}+R_{720})$                                        | Eitel et al. (2010)     |

Figuur 14 Indexen gemeten door de satelliet

geregistreerd die niet met het blote oog te zien zijn. Er zijn veel verschillende indexen die deze sensoren kunnen meten. In de bovenstaande tabel staan de verschillende indexen<sup>22</sup> (Zie Figuur 14). De R staat voor de reflectie in een specifieke band. De index die het meeste van belang is voor grasland is de WdVI. De WdVI is een index van de vegetatie. De kaart geeft de verschillen weer in gewasopbrengst. Alleen is de WdVI nog maar een index. Er is niet bekend wat voor een opbrengst bij deze indexwaarde hoort. Daarom moeten er proeven gedaan om deze gegevens te kunnen vergelijken. Bij tarwe is dit al gedaan. Dit is weergegeven in Figuur 15.



Figuur 15 WdVI vs. opbrengstkaart

De satelliet beelden kunnen niet worden gemaakt wanneer er last is van bewolking. Voor een goede kaart moet de lucht onbewolkt zijn. Helaas zijn er geen exacte gegevens van het aantal uren zonder bewolking in Nederland. Geschat wordt dat het 80% van de tijd bewolkt is in Nederland. Dit betekent dat 80% van de tijd niet gebruikt kan worden. Daarnaast duurt het 2 weken voordat de gegevens van de satelliet zijn verwerkt. De opbrengst van het gras kan in 2 weken zeer zijn veranderd. Dit maakt dan ook dat de gegevens niet meer betrouwbaar zijn.

### 5.2.3 Opbrengstmeting op hakselaars

Ook tijdens het oogsten is er een manier om grasopbrengst te meten. Dit kan door de hakselaar uit te voeren met een opbrengstmeting. Er zijn verschillende manieren om dit te doen. Zo kan er een torsiesensor op de hakselkooi geplaatst worden. Hiermee wordt de torsie van de hakselkooi gemeten. Hoe meer gewas er door heen moet, hoe meer torsie er op de hakselkooi komt te staan. Als tweede zijn er debietsensoren te koop. Deze sensor wordt in de blaaspijp van de hakselaar geplaatst. Helaas zijn deze 2 manieren niet echt betrouwbaar. Het meest betrouwbare systeem is een potentiometer op de invoerrollen. Het gewas moet door de veergespannen invoerrollen. Hoe verder de invoerrollen naar buiten gaan hoe meer gras er door heen komt. De onderstaande kit zoals weergegeven in Figuur 16 wordt geleverd voor John Deere hakselaars<sup>23</sup>

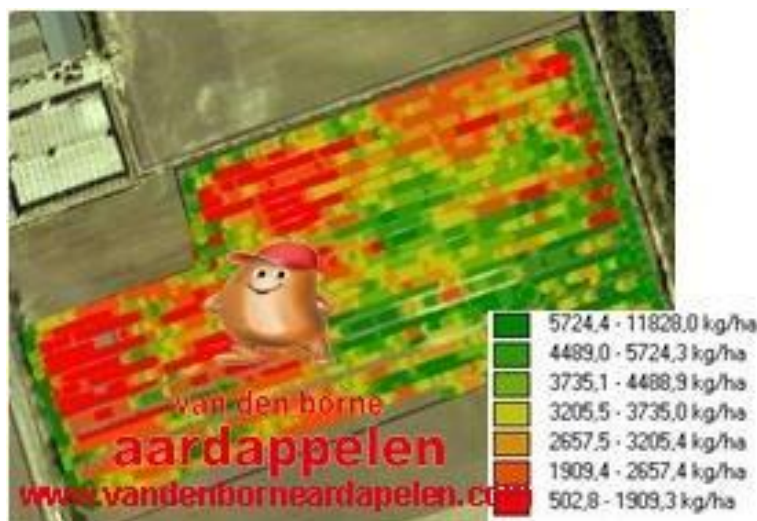


Figuur 16 Opbrengstmeting John Deere hakselaar

<sup>22</sup> Plaatsspecifiek Perceelmanagement van de Kaart, Lammert Kooistra en Harm Bartholomeus; Peter Lerink; Eric van Valkengoed

<sup>23</sup> Precisielandbouw.groenkennisnet.nl, opbrengstmeting bij hakselaars

Dit systeem kan worden geïntegreerd met het GNSS systeem wat is opgebouwd op de hakselaar. Door middel van de GNSS kunnen er kaarten worden gemaakt met hierin plaatsspecifiek de opbrengst. Er zijn vele loonwerkers die hier gebruik van maken. Een van de loonwerkers die hier gebruik van maken is het bedrijf van den Borne<sup>24</sup>. Onderstaande kaart is een van de percelen die dit loon- en akkerbouw bedrijf doormiddel van opbrengstmeting in kaart heeft gebracht. Dit is weergegeven in Figuur 17



Figuur 17 Grasopbrengst

In de legenda is goed te zien dat de groene stukken hoge opbrengst hebben en rood een lage opbrengst. Het gaat hier over kg/ha droge stof. Naast deze meting wordt de hakselaar ook uitgevoerd met een drogestofmeting. Hiermee kan het percentage drogestof ook plaatsspecifiek in kaart worden gebracht.

Voor een juiste werking van de meting moeten alle bewerkingen voor het hakselen gedaan worden met behulp van GNSS. Dit om alle bewegingen in het gras te kunnen registreren. Dit is met name van belang bij het schudden en harken van het perceel. Ook is het belangrijk dat de werkbreedtes van de machines op elkaar zijn afgestemd. Dit om verstoringen in het gras te voorkomen. Wanneer er gebruik wordt gemaakt van een maaier van 3 meter, zal er ook een schudder van 3 meter of het meervoud hiervan moeten worden gebruikt. Het zelfde geldt voor de hark. Het harken van het gras is extra belangrijk. Het gras moet constant worden geharkt zodat er een egale wiers ontstaat. Dit bevordert ook de invoer van de hakselaar.

### 5.3 Kwaliteitsmeting op de hakselaar

Ook de hakselaar kan met een kwaliteitsmeting worden uitgevoerd. Hiervoor wordt (bijna) dezelfde NIR-sensor gebruikt die ook in het laboratorium wordt gebruikt. Het grote verschil is dat er nu tijdens het hakselen een meting wordt gedaan. De sensor wordt in de blaaspijp van de hakselaar geplaatst. De sensor wordt geïntegreerd met het GNSS systeem van de hakselaar. Door middel van de plaatsbepaling van de GNSS en de gegevens van de NIR sensor kunnen er kaarten worden gemaakt. Een aantal fabrikanten leveren deze techniek als een fabrieksoplanning. De hakselaar is dan vanaf de fabriek uitgevoerd met een NIR-sensor en een GNSS systeem. Het systeem is reeds gekalibreerd zodat afstellen niet meer nodig is. Er zijn een aantal praktijkonderzoeken gedaan over de NIR-sensor op hakselaars<sup>25</sup>. Het

<sup>24</sup> Van den Borne aardappels, precisielandbouw

<sup>25</sup> Real-time moisture measurement on a forage harvester using Near-Infrared reflectance spectroscopy, M. F. Digman, K. J. Shinnars

---

verschilt per merk welke variabelen er kunnen worden gemeten. In het volgende hoofdstuk wordt hier dieper op ingegaan. Niet alle merken maken gebruik van een NIR-sensor. Zij maken gebruik van een inductieve sensor. Met deze sensor is het alleen mogelijk om vocht te meten in het gras. De gras wordt door de sensor geleid. Deze sensor geeft een stroompje af. Er wordt gemeten hoe groot de stroom is die weer terug wordt ontvangen door de sensor. Deze is afhankelijk van de vochtwaarde in het gras. Hoe meer vocht er aanwezig is hoe meer stroom er wordt teruggeleid naar de sensor. Grote nadeel is dat de sensor door het gras moet. Dit gebeurt met hoge snelheid. Hierdoor kan de sensor hard slijten.



## 6 Verschillende hakselaars, verschillende sensoren.

Zoals al eerder is beschreven in het vorige hoofdstuk zijn er verschillende sensoren om plaats specifieke gewasmetingen te doen op hakselaars. Voor het onderzoek zijn er een viertal fabrikanten van hakselaars benaderd. Dit zijn de merken John Deere, New Holland, Claas en Krone. Zij zijn de 4 grootste leveranciers van hakselaars in Nederland. In dit hoofdstuk wordt er per merk beschreven welke technieken precies worden gebruikt en hoe de verschillende data wordt verwerkt.

### 6.1 John Deere

John Deere is een van de leidinggevende fabrikanten op het gebied van opbrengst- en kwaliteitsmetingen op hakselaars. Een aantal jaren geleden zijn zij gestart met het Harvest Lab principe. Het doel<sup>26</sup>:

- Het meten van organisch materiaal on-the-go
- Zo veel mogelijk de kosten van krachtvoer reduceren door het voer zo maximaal te benutten.
- Geen kalibraties nodig in het veld
- Gelijk resultaten, er hoeft niet meer gewacht te worden op uitslag uit het lab.

#### 6.1.1 Kwaliteitsmeting

Het Harvest Lab bestaat uit verschillende componenten. De belangrijkste component is de NIR sensor. Deze is gemonteerd in de blaaspijp van de hakselaar. Voor de sensor zit een lens geplaatst. Deze lens moet ten alle tijden schoon blijven. De lens voor de sensor is dan ook erg slijtgevoelig. Doordat het gewas langs de lens wordt geblazen zal de lens iedere keer een stukje slijten. Wanneer de lens is versleten moet deze worden vervangen. Wanneer deze wordt vervangen moet de sensor op nieuw worden gekalibreerd. John Deere raadt aan om ieder jaar de sensor opnieuw te kalibreren. Dit om de nauwkeurigheid te kunnen garanderen. In Figuur 18 is de sensor weergegeven. De sensor is een losse module. Dit betekent dat de sensor snel en makkelijk kan worden gemonteerd op een andere hakselaar. Ook kan de NIR sensor worden gebruikt als een stationaire unit. Deze kan dan bijvoorbeeld worden gebruikt om kuilgras te monstren. Ook is de unit makkelijk uit te wisselen tussen hakselaars.



Figuur 18 NIR sensor

John Deere

<sup>26</sup> Harvest Lab, [www.johndeere.com](http://www.johndeere.com)



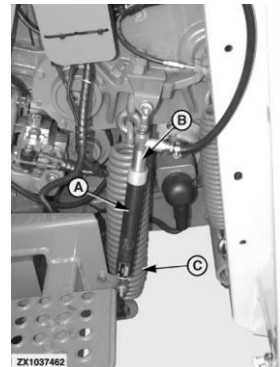
Met de NIR sensor kunnen de volgende stoffen worden gemeten:

- Vocht gehalte (droge stof gehalte)
- Proteïne
- Eiwit
- NDF/ADF (vezels)

John Deere is een van de voorlopers op het gebied van deze sensor. Voor het in werkingstelling van de NIR sensor zijn er verschillende ijklijnen nodig. Deze moeten eenmalig voor gebruik worden ingevoerd. De meeste leveranciers van de sensoren hebben alleen de ijklijnen van het vochtgehalte. John Deere is hier al langer mee bezig en kan dan ook meer stoffen meten.

#### 6.1.2 Opbrengstmeting

De opbrengstmeting wordt bij John Deere gedaan op basis van de stand van de invoerrollen. Dit geldt ook voor de andere merken. Het grote verschil is dat John Deere werkt met een cilinder. Deze cilinder is weergegeven in Figuur 19. De hoogte van de zuiger wordt omgezet in een elektrisch signaal. De cilinder is parallel gemonteerd met de trekveren die zorgen voor de druk op de invoerrollen. Hoe verder de invoerrollen uit elkaar staan, hoe meer product er door heen gaat. Hiermee is de opbrengst te berekenen. Voor gebruik moet de sensor nog worden gekalibreerd. Dit betekent dat er een nieuwe sessie moet worden aangemaakt. De hakselaar chauffeur begint met vullen van de wagen. Wanneer de wagen voldoende gevuld is (hoe meer hoe beter) kan de sessie worden afgesloten. De wagen moet dan gewogen worden op een weegbrug. Er is reeds een weging gedaan met de wagen zonder product. Het totale gewicht van het product moet worden ingevoerd in de computer van de hakselaar. Door het invoeren van het gewicht van het product kan de computer de ijkwaarde bepalen. John Deere raad aan om de kalibratie een aantal keren te herhalen.



Figuur 19

Cilinder  
opbrengstmeting

#### 6.1.3 Bediening

De bediening van de kwaliteitsmeting en de opbrengstmeting vindt plaats vanuit de cabine. Dit wordt allemaal bedient door middel van een scherm. Dit scherm is te verkrijgen in verschillende versies. Er kan worden gekozen voor een simpele versie met druk knopjes of voor een luxe versie met een touchscreen. In Figuur 20 is de meest luxe versie van de display weer gegeven. Ook het iken van de verschillende sensoren gebeurt vanuit de cabine. De verschillende ijkwaardes moeten worden ingevoerd in het beeldscherm van de hakselaar. Het beeldscherm heeft niet de capaciteit om de verschillende componenten aan te sturen. Dit wordt gedaan door een aparte computer die achter de cabine is geplaatst. Deze computer is gemonteerd in een waterdichte casing zodat alle componenten goed zijn beschermd tegen vocht. De gegevens die worden geregistreerd kunnen worden opgeslagen op een externe harde schijf. Deze data kunnen later worden verwerkt in een desktop programma. Hierdoor kunnen alle gegevens worden bekeken op de computer en gebruikt worden voor het maken van taakkaarten.



Figuur 20 John Deere Greenstar display

## 6.2 New Holland

Ook het merk New Holland is vrij actief op het gebied van oogstmetingen. Het precisielandbouwprogramma wordt bij New Holland PLM genoemd. PLM staat voor Precision Land Management. Ook de oogstmetingen vallen onder dit programma.

### 6.2.1 Kwaliteitsmeting

Voor de kwaliteitsmeting van het gewas maakt New Holland niet gebruik van een NIR sensor maar van een geleidingssensor. Deze is weergegeven in Figuur 21. Met deze sensor kan alleen maar vocht worden gemeten. De geleidingssensor is geplaatst in de blaaspijp van de hakselaar. De geleidingssensor ook wel, inductieve sensor genoemd, is gebaseerd op de geleidingswaarde van een gewas. De geleidingssensor stuurt een klein stroompje door het gewas heen. Afhankelijk van het vochtgehalte en het soort gewas wordt een deel van dit stroompje opgevangen. Hoe meer vocht er in het gewas zit hoe hoger dit stroompje zal zijn. Bij het eerste gebruik moet deze sensor worden gekalibreerd. Dit kan worden gedaan door een stukje te hakselen met een constant gewas. Dit gewas moet dan worden gemonsterd en de droge stof gehalte van dit monster moet worden bepaald. Deze waarde moet worden ingevoerd in de computer van de hakselaar. De computer weet nu wat voor vochtgehalte bij welke stroomwaarde hoort. New Holland heeft gekozen voor een geleidingssensor omdat deze manier volgens hun nauwkeuriger is. Het gewas is constant in contact met de sensor. Hierdoor is de meting nauwkeuriger dan doormiddel van een NIR sensor. Het grote nadeel van deze manier is dat de sensor vaak harder slijt. De producten die worden gehakseld worden met hoge snelheid langs de sensor geblazen. Deze gewassen zijn vaak als een soort schuurmiddel. Hierdoor zal de sensor snel slijten. Daarnaast zijn de gewassen vaak een beetje zuur. Dit zuur kan de sensor aantasten. De sensor is relatief goedkoop in aanschaf. Dit betekent dat de prijs van het totaal pakket voor kwaliteitssensoren ook een stuk lager ligt dan de merken die met een NIR sensor werken.



Figuur 21 Geleidingssensor

New Holland hakselaar

### 6.2.2 Opbrengstmeting

Voor de opbrengstmeting wordt ook bij New Holland gebruik gemaakt van de invoerrollen. Het grote verschil met John Deere is dat New Holland gebruik maakt van een potentiometer (potmeter). Deze is gemonteerd op de buitenkant van het invoerpakket. In Figuur 22 is het invoerpakket van een New Holland weer gegeven. Aan de linker kant is de potmeter weer gegeven. Te zien is dat het gewas het invoerpakket naar boven drukt. Er wordt een weerstand gecreëerd door de veren die aan de bovenkant te zien zijn. De potmeter is met een arm op het invoerpakket gemonteerd. Deze arm zal om een as draaien. De potmeter meet de verdraaiing van deze as. De potentiometer is een zeer betrouwbare manier van meten. Het grote nadeel is dat de verdraaiing van de as maar zeer klein zal zijn. Dit betekent dat een nauwkeurige



Figuur 22 Opbrengstmeting New Holland Hakselaars

kalibratie belangrijk is. De kalibratie gebeurt op dezelfde manier als bij de John Deere hakselaar. Er wordt aangeraden door New Holland om na 100 wagens de potmeter opnieuw te kalibreren. In de praktijk is dit vaak moeilijk omdat er vaak geen weegbrug in de buurt is.

### 6.2.3 Bediening

Voor de bediening van het systeem wordt er gebruik gemaakt van het display die al in de cabine van de hakselaar is gemonteerd. Er kan worden gekozen tussen 2 displays. Deze zijn weergegeven in Figuur 23. Beide hebben dezelfde functies maar de Intelliview IV heeft een iets groter beeldscherm waardoor bediening nog makkelijker is. Op de displays worden ook de andere functies van de hakselaar weergegeven zoals motorinformatie, hakselinformatie, etc. Op dit display moeten ook de verschillende ijkwaardes worden ingesteld. Er kan een externe harde schijf aan worden gesloten waar de verschillende data kunnen worden opgeslagen. Deze data kunnen worden verwerkt in het desktop programma van New Holland



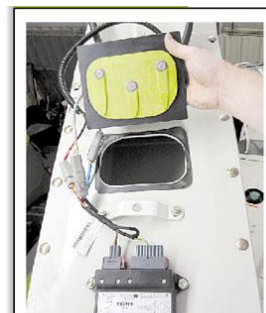
Figuur 23 Intelliview III en IV monitor

### 6.3 Claas

Ook Claas blijft niet achter op het gebied van oogstmetingen. Zij maken gebruik van de ervaring die zij hiermee hebben op het gebied van combines.

#### 6.3.1 Kwaliteitsmeting

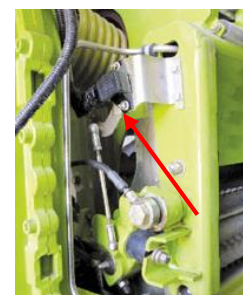
Voor de kwaliteitsmeting maakt Claas<sup>27</sup> gebruik van een soortgelijke sensor als die van New Holland. Deze inductiesensor kan dan ook alleen vocht meten. De sensor is op dezelfde plek gemonteerd als bij de New Holland hakselaar, onderaan de blaaspijp. In Figuur 24 is de sensor te zien. Dit is het groene gedeelte van de plaat. Duidelijk zijn de 3 geleidingstroken te zien. Deze 3 geleidingstroken zorgen voor een goed en egaal contact met de gewassen. Het kalibreren gebeurt op dezelfde manier als bij de New Holland hakselaar. De computer die zorgt voor de stroomvoorziening en de verwerking van de data is duidelijk te zien onderaan de pijp. Ook deze sensor is makkelijk te vervangen en kan dan ook snel worden geplaatst op een andere hakselaar.



Figuur 24 Inductieve sensor Claas

#### 6.3.2 Opbrengstmeting

De opbrengstmeting gebeurt ook door middel van een potentiometer op de invoerrollen. Deze potentiometer is iets anders gemonteerd dan bij de New Holland hakselaar. In Figuur 25 is de potentiometer gemarkeerd met een rode pijl. Te zien is dat aan deze potentiometer een arm is gemonteerd. Aan deze arm is een stang gemonteerd. Met deze stang kan de stand van de potmeter worden bepaald. De stand van de potentiometer is zeer belangrijk voor een juiste werking. Wanneer deze niet goed is afgesteld zal de opbrengstmeting



Figuur 25 Opbrengstmeting Claas hakselaars

<sup>27</sup> Digman, M. F. en Shinnars, K. J., Calibrating your forage harvester's Yield monitor

niet nauwkeurig zijn. Gelukkig is dit een eenmalig afstelling. De kalibratie van de sensor gebeurt op dezelfde manier als bij de andere 2 hakselaars.

### 6.3.3 Bediening.

De bediening van de meting wordt vanuit de cabine gedaan. De instellingen worden gedaan in het beeldscherm. Dit is het bekende CEBIS beeldscherm die ook wordt gebruikt in andere werktuigen van Claas. Dit beeldscherm wordt ook gebruikt voor andere parameters van de hakselaar. Het CEBIS scherm is een touchscreen die makkelijk te bedienen is. Ook kunnen de data worden opgeslagen voor latere verwerking in een desktop programma.

## 6.4 Krone

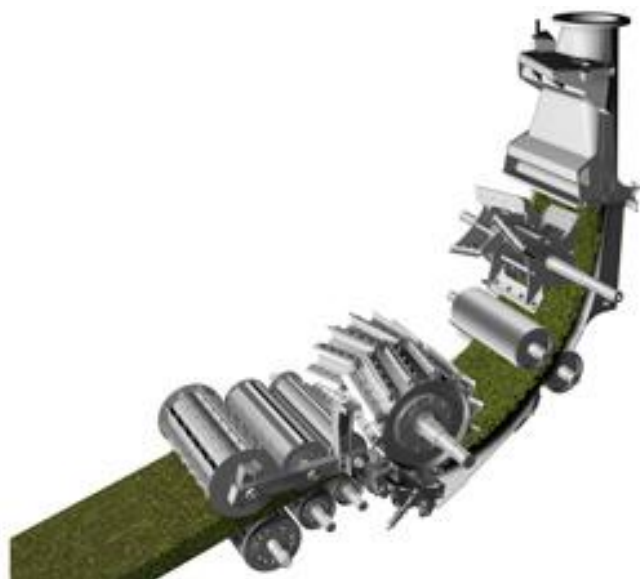
Als laatste leverancier is er gekozen voor het merk Krone. Er is helaas weinig bekend over het systeem van Krone. Er wordt nog maar weinig gebruik gemaakt van kwaliteit- en opbrengstmeting op hun hakselaar. Toch is Krone een van de innovatieve merken op het gebied van gewassensoren.

### 6.4.1 Kwaliteitsmetingen

Voor het meten van de kwaliteit van het gewas wordt er gebruik gemaakt van een NIR sensor. Deze is gemonteerd aan de onderkant van de blaaspijp. Met deze NIR sensor kan nog niet zoveel mee worden gemeten als die van John Deere. Met deze sensor kan alleen nog maar vocht worden gemeten. Krone hoopt in de toekomst meer ijkwaardes te kunnen toevoegen aan de NIR sensor. De kalibraties worden op dezelfde manier uitgevoerd als bij John Deere. De sensor is niet los te gebruiken voor stationaire metingen.

### 6.4.2 Opbrengstmeting

De invoer van het gewas naar de hakseltrommel wordt bij de Krone hakselaar niet door één invoerrol samengedrukt, maar door drie invoerrollen. In Figuur 26 is de invoer weer gegeven van een Krone hakselaar. Het gewas wordt van de linkerkant ingevoerd. De 3 verschillende invoerrollen zijn met elkaar verbonden door middel van een ondersteunende balk. Deze is te



Figuur 26 Invoerkanaal Krone hakselaars



zien in de figuur. De balk is gemonteerd aan een draaipunt. Wanneer de gewasstroom groter wordt zal de afstand tussen de voorste rollen groter zijn dan van de rollen die het dichtste op de hakselkooi zijn gemonteerd. Hierdoor ontstaat er een V kanaal. Het gewas wordt door het kanaal geforceerd. Hierdoor is de invoerstroom compacter en wordt de hakselkwaliteit vergroot. De rollen worden hydraulisch gedempt door een hydraulische cilinder. De cilinder dempt door middel van een accumulator. Deze accumulator vangt schommelingen van de druk op. De druk in de cilinder kan worden veranderd. Hierdoor kan er gekozen worden tussen verschillende dichtheden van het gewas. Het geheel van drie trommels wordt centraal gevoerd van boven. Dit betekent wanneer de hoeveelheid gewas groter wordt, het geheel ook naar boven gaat. Dit wordt gedaan door middel van mechanische veren. De kracht op de veren is groter dan de kracht van de hydraulische cilinder. Dit betekent dat het gewas door de V tunnel wordt geforceerd. Hierdoor kan er een betere gewasstroom worden gegarandeerd. Voor de meting van de opbrengst zijn er 2 meetwaardes nodig. De eerste is de druk in de cilinder. De tweede is de afstand tussen de voorste rollen. Deze wordt gemeten door een potmeter die is gemonteerd aan de voorkant van de invoerrollen. Met de combinatie van deze gegevens kan er een opbrengst worden bepaald. Voor het gebruik van de meting moeten de sensoren eerst worden gekalibreerd. Het kalibratie proces is hetzelfde als bij de eerder genoemde hakselaars.

#### 6.4.3 Bediening

Voor de bediening van de meting wordt er gebruik gemaakt van het ISOBus display van Krone. Dit zelfde display kan worden gebruikt voor alle ISOBus werktuigen en kan dan ook uitgewisseld worden tussen trekkers of oogstwerktuigen. De bediening gebeurt door middel van knoppen aan de zijkant van het display. De hakselaar is dan ook voorzien van een ISOBus stekker in de cabine. Hierdoor is het scherm snel uitwisselbaar. Het display is weer gegeven in Figuur 27



Figuur 27 ISOBus display van Krone

## 7 Taakkaarten

In de vorige hoofdstukken heeft u kunnen zien hoe er op verschillende manieren gegevens over gras worden verzameld. Deze gegevens kunnen verwerkt worden in een desktopprogramma. Een desktopprogramma is een software programma die alle verzamelde data om kan zetten in kaarten. Deze kaarten zijn al eerder in dit verslag voorgekomen (Figuur 15). Met deze data kan weer een taakkaart worden opgesteld. In dit hoofdstuk vindt u meer over het nut en het opstellen van een taakkaart.

### 7.1 Doel

Het uitvoeren van de juiste handeling met de juiste hoeveelheid op de juiste plaats en tijdstip. Voor de juiste hoeveelheid moet er goed gekeken worden naar de variaties. Dit kan door middel van bodemkaarten al voor het oogsten. Tijdens het oogsten wordt er meer duidelijk over de juiste hoeveelheden. Met een taakkaart wordt er vanuit de desktopsoftware een kaart gemaakt die in de Virtual terminal of de werktuigcomputer kan worden geladen. Dit kan een kaart zijn voor verschillende toepassingen. De belangrijkste zijn:

- Bemesting
- Zaaïen
- Gewasbescherming
- Beregening
- Egalisatie
- Drainage

### 7.2 Maken van taakkaarten

#### Stap 1

##### **Het inmeten van een perceel.**

Dit kan worden gedaan door middel van een handheld GNSS apparaat of door het GNSS systeem op de tractor. Het is belangrijk dat er goed wordt ingemeten. Dit is namelijk je basis voor je taakkaart. Als de basis niet goed is dan zal de taakkaart niet goed werken. Het inmeten met een tractor is vaak makkelijker als het perceel veel hoeken of bochten heeft. De tractor kan continu een meting doen waardoor duidelijk de contouren van het veld te zien zijn.

#### Stap 2

##### **Invoeren van de informatie**

Nadat de contouren van het perceel bekend zijn kan er informatie worden toegevoegd. Deze informatie kan worden vergaard op verschillende manieren. Een aantal van deze manieren zijn reeds beschreven in de vorige hoofdstukken.



## Stap 3

### Waarde toekennen aan de gegevens

Dit is de moeilijkste stap. Er moet van te voren een strategie worden bedacht waarmee wordt gewerkt. Wil je meer bemesten op stukken waar de opbrengst hoger is of juist waar het lager is zodat je een egale opbrengst krijgt. Wat is de opname van de plant? Dit zijn allemaal vragen waar goed naar moet worden gekeken. Er zijn dan ook diverse adviesbureaus die zich hier mee bezig houden. Ook lopen er nog vele onderzoeken op dit gebied. In Figuur 28 is weer gegeven hoe alle factoren mee spelen in de groei van de plant. Wanneer er een plank in de ton mist zal de opbrengst van de ton lager zijn. Dit geldt ook voor het gewas. Mocht er een element niet voldoende aanwezig zijn, dan is de opbrengst van het gewas lager.



Figuur 28 factoren voor groei van een plant

## Stap 4

### Het maken van een taakkaart

Bij het maken van de taakkaart moet er goed worden gekeken naar het werktuig. Een voorbeeld is een vaste mest strooier. Deze heeft een werkbreedte van 15 meter of meer. Wanneer er een taakkaart wordt gemaakt met variaties om de 5 meter zal de computer van de strooier dit berekenen als een geheel. Ook is de computer niet zo gevoelig voor kleine variaties. Dit is weer anders voor een moderne veldspuit. Deze is gevoeliger en zal dan ook per sectie (+/- 1 meter) kunnen variëren.

## Stap 5

### Terugkoppelen van de gegevens

Vaak zit er vertraging tussen het aansturen van de machine en de daadwerkelijke dosering. Daarom is het belangrijk dat de kaart met de juiste dosering terug wordt gekoppeld naar de desktop software. Deze kan dan de volgende keer worden gebruikt om kleine wijzigingen in te voeren waardoor er een compensatie wordt berekend voor de tijd die er verloren wordt door de aansturing.

Wanneer de taakkaart gereed is kan deze worden gebruikt voor aansturing van machines. In het volgende hoofdstuk meer over het gebruik van taakkaarten.

## 8 Bemesting

Een van de makkelijkste manieren om de opbrengst van grasland te optimaliseren is door middel van bemesting. Een veehouderij moet tenslotte altijd zijn mest kwijt. Bemesting is gebonden aan zeer strenge wetgeving. In de loop van de jaren is de wetgeving alleen maar strenger geworden. Door middel van precisielandbouw en variabel bemesten kan er optimaal gebruikt worden gemaakt van de voedingselementen in de mest. In dit hoofdstuk wordt dieper op de meststoffen en de aanwending hiervan in gegaan.

### 8.1 Meststoffen

Om duidelijk te weten hoe we de mest aanwending kunnen optimaliseren zodat de opbrengst wordt vergroot, moeten we eerst goed weten wat mest nu eigenlijk is. De definitie van mest<sup>28</sup>: dierlijke uitwerpselen, al dan niet met stro vermengd, gebruikt om het land vruchtbaar te maken. Voor het gemak zullen we de dierlijke mest, organische mest noemen. Naast deze organische mest, kan er ook gebruik gemaakt worden van kunstmest. Zowel organische mest als kunstmest zijn te verkrijgen in vaste als in vloeibare vorm. Ieder dier produceert een mest met andere gehalten. In bijlage II<sup>29</sup> is een tabel te vinden met de gemiddelde samenstelling van mest per diersoort. Bij kunstmest heeft de mest een vaste samenstelling. Deze wordt gegarandeerd door de leverancier van de kunstmest. De belangrijkste elementen van mest zijn stikstof en fosfaat. Voor de berekening van een mestplan worden deze 2 elementen als hoofdfactoren gebruikt. Deze 2 factoren zijn ook opgenomen in de mestwetgeving.

### 8.2 Mestwetgeving

De regels omtrent de hoeveelheid mest die mag worden gebruikt zijn streng. Deze regels zijn in de loop van de jaren alleen maar strenger geworden. Voor de maximale aanwending van mest wordt er gekeken naar de maximale hoeveelheid stikstof (N) en fosfaat ( $P_2O_5$ ) per hectare. De hoeveelheid fosfaat per hectare verschilt per grondsoort. Ook zit er nog verschil tussen bedrijven die beweiden en die de koeien dagelijks op stal hebben staan. Naast de standaardnorm kunnen bedrijven mee doen aan de derogatie. Wanneer een bedrijf aan de derogatie wil mee doen moet deze voldoen aan een aantal voorwaarden<sup>30</sup>.

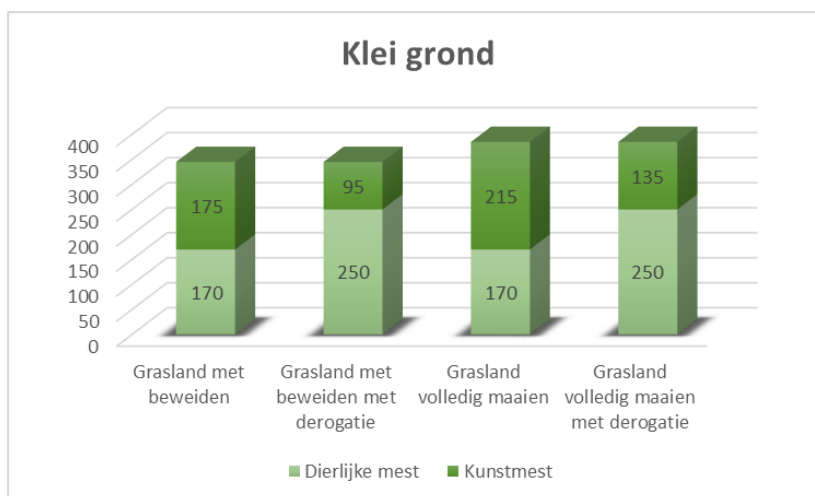
- Minimaal 80% van het landbouwareaal moet uit grasland bestaan
- Ieder jaar moet voor 1 februari (in 2014 voor 14 juni) een bemestingsplan worden gemaakt;
- Minimaal eens in de vier jaar moet van alle percelen de fosfaattoestand en het stikstofleverend vermogen via grondbemonstering worden vastgesteld; bemonsteren moet gedaan worden voor 1 februari.
- Gebruik van fosfaat in de vorm van kunstmest is niet toegestaan;
- Jaarlijks moet een tarief per ha landbouwgrond worden betaald
- De boer wanneer dit hem gevraagd wordt, meedoen aan onderzoek

<sup>28</sup>Van Dale, Groot woordenboek van de Nederlandse taal

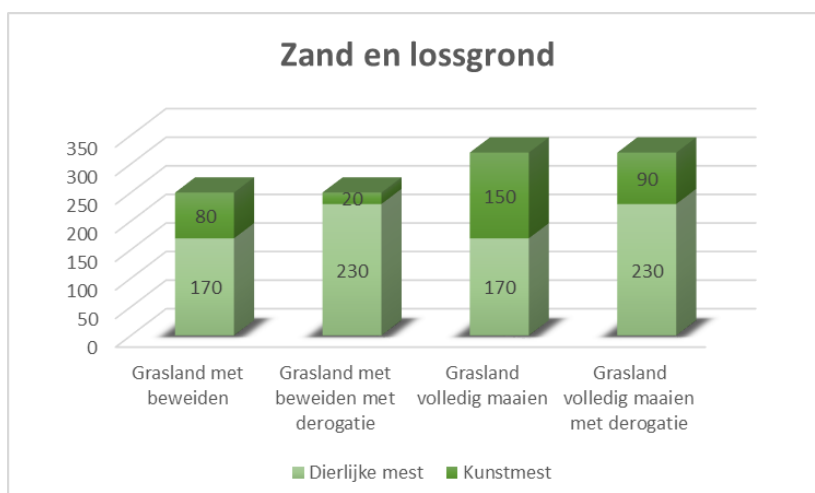
<sup>29</sup> Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, Bemestingadvies

<sup>30</sup> Minerale Meststoffen Federatie, Gebruiksnormen voor dierlijke mest stikstof en fosfaat

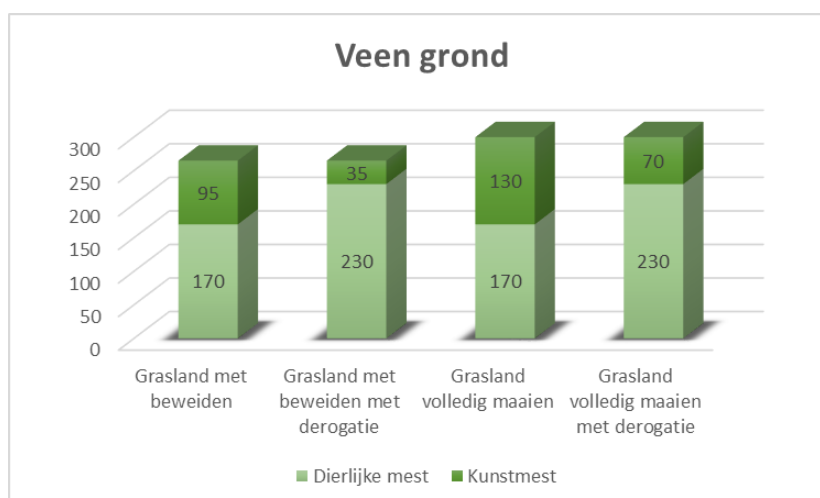
In Grafiek 4, Grafiek 5 en Grafiek 6 is weergegeven de maximale hoeveelheid stikstof die per hectare opgebracht mag worden. Deze normen gelden alleen op grasland. Elke grafiek staat voor een verschillende grondsoort.



Grafiek 4 Stikstofnorm klei grond (Kg/ha)



Grafiek 5 Stikstofnorm veen grond (Kg/ha)



Grafiek 6 Stikstofnorm zand en lössgrond (Kg/ha)

In de staaf grafieken is te zien dat op kleigrond de meeste stikstof mag worden gebracht. Ook te zien is dat bedrijven met derogatie meer dierlijke mest mogen opbrengen dan bedrijven zonder. Bij beweiden wordt er een correctiefactor toegepast. Deze correctiefactor is gebaseerd op de natuurlijke bemesting van de koe wanneer deze in de wei staat. Naast stikstof wordt er ook naar fosfaat gekeken. De hoeveelheid fosfaat die mag worden uitgereden is afhankelijk van de gehalte fosfaat die zich in de bodem bevindt. Om dit te kunnen meten moet er grondmonsters worden genomen. De gehalte fosfaat wordt ingedeeld in drie klassen: hoog, neutraal en laag. In Tabel 3 is de fosfaatgebruiksnorm weer gegeven in kg/ha. Te zien is dat in 2015 deze normen zijn aangescherpt.

Tabel 3 Fosfaat norm weiland

| P toestand | 2014 | Vanaf 2015 |
|------------|------|------------|
| Hoog       | 85   | 80         |
| Neutraal   | 95   | 90         |
| Laag       | 100  | 100        |

Bij bemesting wordt er uitgegaan van de gemiddelde gehalten in de mest. Op deze manier kan worden berekend hoeveel mest er mag worden aangewend. Zowel de nitraat als de fosfaat normen zijn in de loop van de jaren flink aan gescherpt. Dit betekent dat er minder dierlijke en kunstmest mag worden uitgereden over het perceel. Er wordt verwacht dat in de toekomst de regels nog strenger worden. Om de opbrengst gelijk te houden of juist te vergroten van grasland, zal er in de toekomst zorgvuldiger met meststoffen moeten worden om gegaan,

Ook de periode wanneer de mest mag worden uitgereden is gebonden aan regels. In Figuur 29 is weergegeven per grondsoort wanneer er mest mag worden uitgereden. Ook staat er in de

| Jaar       | grondsoort | grondgebruik | mestsoort                | maand |      |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |
|------------|------------|--------------|--------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
|            |            |              |                          | 1     | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9    | 10   | 11   | 12   |
| vanaf 2012 | zand, löss | grasland     | vaste mest               | rood  | rood | groen | groen | groen | groen | groen | groen | rood | rood | rood | rood |
|            |            |              | dunne mest               | rood  | rood | groen | groen | groen | groen | groen | groen | rood | rood | rood | rood |
|            |            | bouwland     | vaste mest <sup>1)</sup> | rood  | rood | groen | groen | groen | groen | groen | groen | rood | rood | rood | rood |
|            |            |              | dunne mest <sup>2)</sup> | rood  | rood | groen | groen | groen | groen | groen | groen | rood | rood | rood | rood |
|            | klei, veen | grasland     | vaste mest               | rood  | rood | groen | groen | groen | groen | groen | groen | rood | rood | rood | rood |
|            |            |              | dunne mest               | rood  | rood | groen | groen | groen | groen | groen | groen | rood | rood | rood | rood |
|            |            | bouwland     | vaste mest               | rood  | rood | groen | groen | groen | groen | groen | groen | rood | rood | rood | rood |
|            |            |              | dunne mest <sup>2)</sup> | rood  | rood | groen | groen | groen | groen | groen | groen | rood | rood | rood | rood |

- 1) geldt niet voor bouwland waarop bomen worden geplant mits mesttoediening direct voorafgaand aan de aanplant plaatsvindt.  
2) Op bouwland is toediening van dunne mest toegestaan in september mits uiterlijk op 31 augustus een groenbemester wordt geteeld of wanneer in het najaar bloembollen worden geplant

Figuur 29 Aanwendingsperiode

wet beschreven hoe deze mest aangewend moet worden. In de volgende paragrafen is per mestsoort weergegeven hoe deze verspreid mag of kan worden.

### 8.3 Mestaanwending

Voor het aanwenden van mest zijn er verschillende machines ontwikkeld. In deze paragraaf worden verschillende technieken beschreven.

#### 8.3.1 Organische vloeibare mest

Voor de aanwending van mest zijn verschillende machines ontwikkeld. Vloeibare organische mest wordt getransporteerd in een mesttank. In deze tank wordt de mest opgeslagen van de put totdat het op het weiland wordt uitgereden. De grootte van de tank verschilt van 5 tot 35 kuub. Anno 2014 is het verplicht om alle vloeibare organische mest rechtstreeks ondergronds te injecteren. Dit gebeurt door middel van een schijvenbemester. Figuur 30 is een foto van een schijvenbemester van de zijkant. De schijven maken een sleufje voor de injectors. De injectors krijgen de mest van boven via een verdeelpot. In deze verdeelpot zit een snij element gemonteerd die zorgt voor een goede verdeling en snijdt gelijktijdig de grove stukken van de mest in stukken. De injectors zorgen ervoor dat de mest in de sleuven wordt geïnjecteerd. De veren aan de rechterkant op de foto zorgen er voor dat de druk op de schijven over het gehele perceel hetzelfde blijft.



Figuur 30 Schijvenbemester

#### 8.3.2 Organische vaste mest

Organische vaste mest wordt verspreid door middel van een meststrooier. Dit is een bak met aan het einde walsen. Onder in de bak is een bodemketting geplaatst. Deze zorgt er voor dat de mest richting de walsen wordt verplaatst. De walsen zorgen er voor dat de mest in stukken wordt geslagen en goed wordt verspreid. Bij een breedstrooier zijn de walsen verticaal geplaatst. Dit zorgt er voor dat de mest nog verder wordt verspreid. Ook is de strooier uitgevoerd met een aantal schotels aan de onderkant. Deze spreiden de mest nog verder uit. Het laden van de meststrooier gebeurt door middel van een kraan of een shovel. De mest wordt over de zijkant geschept. In Figuur 31<sup>31</sup> is een breedstrooier weergegeven van het merk Strautmann. De strooier is uitgevoerd met 4 verticale walsen.



Figuur 31 Vaste meststrooier

<sup>31</sup> Zonna, Strautmann



### 8.3.3 Vaste kunstmest

Vaste kunstmest wordt verspreid door een kunstmeststrooier. De kunstmest wordt verzameld in een grote bak. Onderaan de bak is een opening met een doseerinrichting geplaatst. De hoeveelheid kunstmest kan worden bepaald door deze doseerinrichting. De kunstmest valt naar beneden op een strooischijf. Deze schijf draait een hoog toerental. De kunstmest wordt weggeslingerd door een aantal schoepen op de schijf. De werkbreedte is sterk afhankelijk van het soort kunstmest, de toeren van de schijf, het moment van vallen van het kunstmest en de vorm van de schijf. De vorm van de schijf is in te stellen afhankelijk van het type kunstmest. Figuur 32<sup>32</sup> is een afbeelding van een kunstmeststrooier. Deze is uitgevoerd met dubbele schijven. Dit vergroot de werkbreedte van de machine. De schijven draaien in tegengestelde richting.



Figuur 32 Kunstmeststrooier

### 8.3.4 Vloeibare kunstmest

Een vrij nieuwe vorm van bemesting is vloeibaar kunstmest. Dit kan op 2 tal manieren worden toegediend. De eerste manier is door middel van een veldspuit. Vloeibaar kunstmest is zeer geconcentreerd. Daarom wordt dit verdund met water. Dit mengsel van water en kunstmest wordt via de spuitdoppen over het grasland verspreid. De tweede manier is door middel van een spaakwielbemester. De kunstmest wordt door middel van injectors in de grond geïnjecteerd. In Figuur 33 is een spaakwielbemester weergegeven. De punten zijn de injectors. Wanneer de punt in de grond wordt geduwd, wordt er een klepje in de injector bediend. Hierdoor kan de vloeibaar kunstmest in de grond worden geïnjecteerd. Er moet wel worden opgepast met de bouw van een bemester. Vloeibaar kunstmest is zeer bijtend. Alle ijzeren onderdelen die in contact komen met de kunstmest worden aangetast.



Figuur 33  
Spaakwielbemester

## 8.4 Precisiebemesting

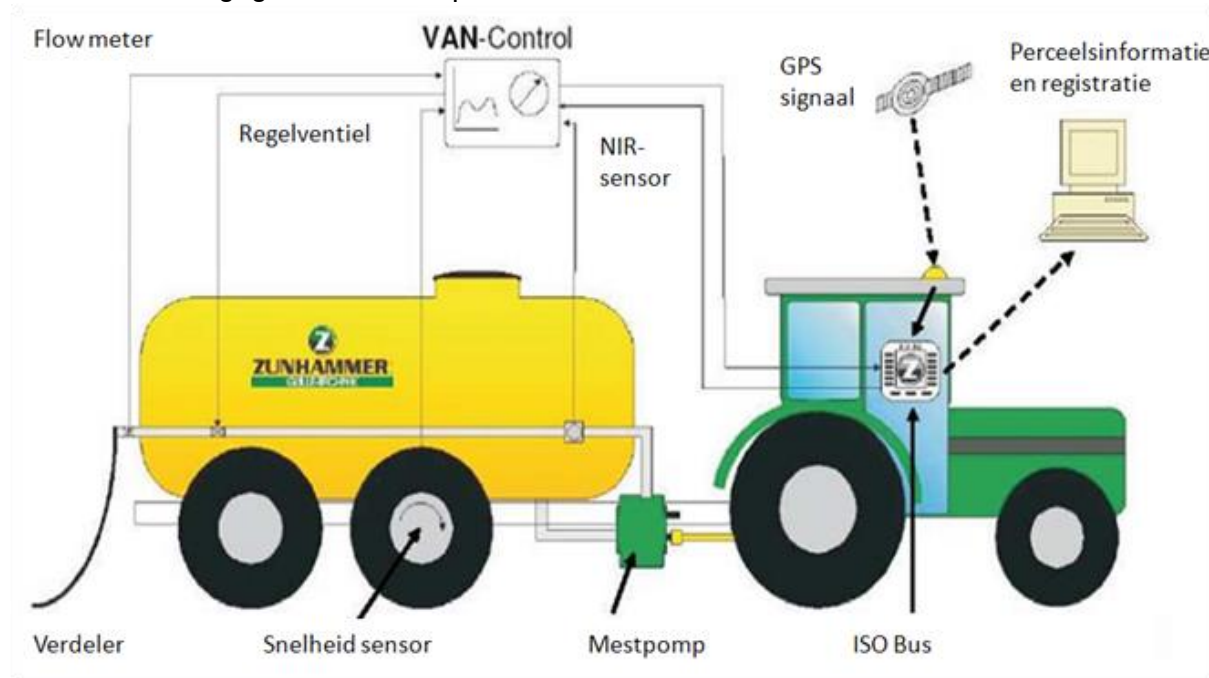
Een van de manieren om grasland te optimaliseren is doormiddel van precisiebemesting. In eerdere hoofdstukken is reeds uitgelegd hoe er een taakkaart kan worden gemaakt voor bemesting. Met behulp van GNSS kan er precies een positie worden bepaald. De juiste afgifte van stikstof en fosfaat is een probleem. Een aantal machinefabrikanten hebben reeds een machine ontwikkelt voor het plaatsspecifiek bemesten.

### 8.4.1 Organische vloeibare mest

Organische vloeibare mest is één van de moeilijkste mestsoorten om plaatsspecifiek te bemesten. Dit komt omdat de samenstelling van vloeibare mest sterk kan verschillen. Voor het bepalen van de gehaltes in de mest kunnen er monsters worden genomen. Door de mest te mixen voordat deze op het land wordt gereden wordt de samenstelling al homogener.

<sup>32</sup> Kamps de Wild, Amazone

Voordat de mest getransporteerd mag worden moet er een monster worden genomen van de mest. Deze monsters worden geanalyseerd op een lab. Het grote nadeel hiervan is dat er moet worden gewacht op de onderzoeksresultaten voordat er bemest kan worden. De samenstelling van de mest kan ondertussen al weer veranderd zijn. Om de mest te kunnen bemonsteren vlak voordat het wordt opgebracht, wordt er vaak gebruik gemaakt van een bemonsterapparaat. Deze neemt een monster van de mest. Machinebouwer Veenhuis heeft in dit bemonsterapparaat een NIR sensor geplaatst. Deze sensor kan gelijk de stikstof en de fosfaat gehalte van de mest bepalen. Door deze manier van bemonstering is direct bekend wat de gehalten in de mest zijn. Nadat bekend is wat de gehalten van de mest zijn kan er worden gekeken naar het plaatsspecifiek aanbrengen van deze mest. In Figuur 34 is een voorbeeld weer gegeven van een precisiebemester.



**Figuur 34** Precisiebemester

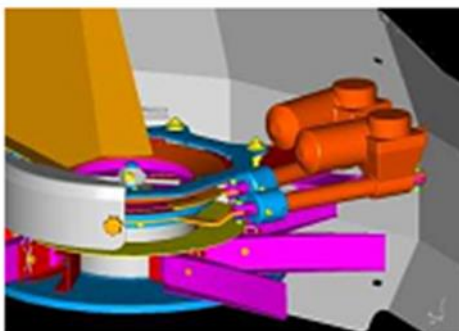
Vanuit de desktopcomputer wordt de taakkaart doorgegeven aan de ISObus terminal in de trekker. Deze ontvangt ook de informatie van de NIR sensor en de GNSS ontvanger. Met de data van de GPS ontvanger wordt exact de locatie bepaald. Naast de GNSS locatie ontvangt de trekker ook de gereden snelheid door middel van een snelheid sensor. Deze dient als controle middel. Met de info van de NIR sensor is reeds de gehalten van de mest bepaald. Deze data kan worden verwerkt tot een uitgaand signaal. Dit wordt gedaan door een regeleenheid die in dit figuur VAN control wordt genoemd. Er zijn een aantal manieren om de opbrengst te vergroten of te verkleinen. De eerste is door middel van een regelventiel. Deze is geplaatst in de uitgaande mestleiding. Door deze leiding te smoren kan de hoeveelheid mest worden verminderd. De 2<sup>de</sup> optie is door de snelheid van de trekker aan te passen. Dit kan alleen als de techniek is geïntegreerd in de elektronica van de trekker. De laatste optie is het toerental van de pomp aan te passen. De pomp wordt aangedreven door middel van een aftakas naar de trekker. Dit betekent dat ook de toeren van de trekker moet zakken. Bij het plaatsspecifiek uitrijden van vloeibare mest is men sterk afhankelijk van de werkbreedte van de bemester. Verschillende machinebouwers zijn momenteel bezig met bemesters waarbij secties variabel zijn te regelen. Momenteel zijn deze bemesters nog niet te koop.

#### 8.4.2 Organische vaste mest

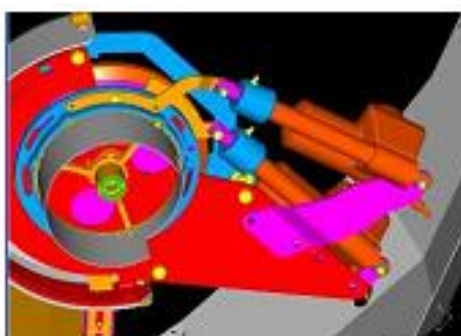
Ook organische vaste mest is plaatsspecifiek te strooien. Een van de belangrijkste componenten is in dit geval een weeginrichting op de strooier<sup>33</sup>. Nadat de strooier is geladen wordt automatisch bepaald wat het volle gewicht is van de strooier. Dit is af te lezen op de terminal van de strooier die is gemonteerd in de trekker. Deze terminal is gekoppeld aan de GNSS ontvanger die gemonteerd is op de trekker. In de terminal moet de taakkaart worden geladen en het soort mest worden ingevoerd. De hoeveelheid mest wordt bepaald door de snelheid van de bodemketting. Wanneer er wordt gestrooid wordt er automatisch de snelheid van de bodemketting aangepast. Deze is niet alleen afhankelijk van de afgifte maar ook van de snelheid waarmee wordt gereden. Deze wordt bepaald door middel van een snelheid sensor die is gemonteerd op de strooier.

#### 8.4.3 Vaste kunstmest

Bij het strooien van kunstmest is het mogelijk om dit plaatsspecifiek te doen in secties. Deze secties zijn minimaal 2 meter breed. Om dit te doen zijn er een aantal variabelen van de kunstmeststrooier die kunnen worden aangepast. De eerste is de hoeveelheid kunstmest. Dit wordt gedaan door middel van een doseerschuiif. Deze is elektrisch of hydraulisch te bedienen. De 2<sup>de</sup> mogelijkheid is door het moment van vallen van de kunstmest te bepalen. Dit is wat moeilijker. In Figuur 35 en Figuur 36 is een strooielement<sup>34</sup> weergegeven van een kunstmeststrooier met een plaatsspecifiek strooielement.



Figuur 35 Strooielement Geospread kunstmeststrooier zij aanzicht



Figuur 36 Strooielement Geospread kunstmeststrooier onderaanzicht

In Figuur 35 is een strooielement weergegeven met een blauwe kleur. De schoepen op dit element zijn weergegeven met een paarse kleur. Het moment van vallen van de kunstmest wordt bepaald door middel van schijven. In Figuur 36 is een van deze 2 schijven weergegeven met een blauwe kleur. Door de schijven te verdraaien kan de kunstmest eerder

<sup>33</sup> Grondig, Wegen, automatisch doseren en een goede chauffeur

<sup>34</sup> Vicon, Geospread kunstmeststrooier

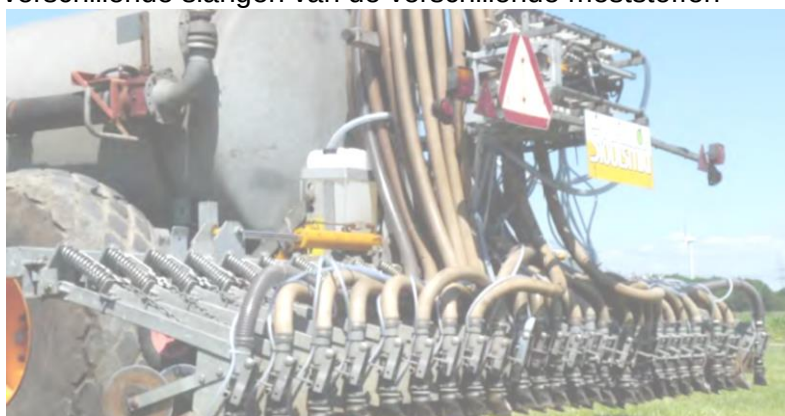
of later op de schijf vallen. De stand van de schijven wordt bepaald door middel van 2 actuatoren. Deze worden elektrisch bediend. Als laatste optie om plaatsspecifiek te kunnen strooien is door de snelheid van de strooielementen aan te passen. Om de elementen aan te drijven wordt er gebruik gemaakt van een hydromotor of elektromotor. Deze zijn beide traploos af te stellen. Dit alles wordt automatisch gedaan door de strooicomputer die zich in de trekker bevindt. De positie van de strooier wordt bepaald door een GNSS ontvanger die zich boven op het dak van de trekker bevindt. De snelheid van de trekker wordt bepaald door een snelheidssensor.

#### 8.4.4 Vloeibare kunstmest

Vloeibare kunstmest is zeer geconcentreerd. Dit betekent dat er maar kleine hoeveelheden van nodig zijn om aan de behoefte van het gewas te voldoen. Hierdoor is het ook makkelijker om precies te kunnen doseren wat nodig is. Het principe van precisiebemesting bij vloeibaar kunstmest is hetzelfde als bij organische mest. Het grote verschil is dat de gehalten in de vloeibaar kunstmest reeds bekend zijn voor het bemesten. De vloeibaar kunstmest is ook homogeen. Dit betekent dat het overal de dezelfde gehalten zal hebben. De hoeveelheid kunstmest kan worden bepaald door een regelventiel, de toerental van de pomp of de rijsnelheid. De locatie van de bemester wordt bepaald door middel van een GNSS ontvanger.

#### 8.4.5 Combinatie organische mest en kunstmest

Als laatste optie voor precisiebemesting is er een combinatie tussen organische mest en kunstmest. Beide zijn in vloeibare vorm. Machinebouwer Slootsmid en Herre Bartelma (specialist op het gebied van vloeibaar kunstmest) zijn een samenwerking gestart met het bouwen van een bemester die een combinatie van organische mest en kunstmest kan injecteren<sup>35</sup>. Dit principe wordt momenteel onderzocht op proefboerderij PPO. Een bestaande Slootsmid bemester is hier omgebouwd. De bemester is uitgevoerd met 10 slangenpompen. Deze slangenpompen zorgen ervoor dat de kunstmest van het opslagvat naar de mestinjectors worden vervoerd. De slangenpompen zijn zeer nauwkeurig en de dosering is dan ook zeer nauwkeurig. De organische mest wordt door middel van een verdringerpomp geïnjecteerd. Beide meststoffen kunnen variabel worden geïnjecteerd. In Figuur 37 is te zien hoe de slangenpompen zijn gemonteerd. Deze zitten achterop de bemester gemonteerd. Ook zijn de 2 verschillende slangen van de verschillende meststoffen te zien. De dikke slang is voor de organische mest. De dunne slang is voor de vloeibare kunstmest. Deze manier van precisiebemesting wordt nog onderzocht. De resultaten zijn veel belovend.



Figuur 37 Schijvenbemester met vloeibare kunstmest opbouw

<sup>35</sup>Gerjan Holshof, Willem van Geel en Hanja Slabbekoorn, Dosering van drijfmest en vloeibare kunstmest in een werkgang met de zodebemester



## 9 Het onderzoek

Na een duidelijk onderzoeksplan opgesteld te hebben, moet er gezocht worden naar verschillende partners waarmee moet worden samengewerkt. Voor het onderzoek moest er worden gezocht naar samenwerkingspartners. De belangrijkste partner is de leverancier van de hakselaar en de technologie. In dit hoofdstuk vindt u een uitleg hoe het onderzoek is verlopen.

### 9.1 New Holland

De eerste leverancier die is benaderd is New Holland. Voor de afdeling precisielandbouw heeft New Holland een aparte afdeling, CNH. CNH is een samenwerking tussen Case en New Holland. Binnen de organisatie CNH zijn een aantal mensen benaderd. Zoals reeds te lezen was is de New Holland hakselaar niet uitgevoerd met een NIR sensor maar met een geleidingssensor. De belangrijkste vraag is dan waarom? Dit is gevraagd aan de servicemanager oogstmachines voor Nederland, Jan van der Leek. De aanschafwaarde van de NIR sensor is te hoog. Daarnaast is de sensor niet nauwkeurig genoeg. Dit is te lezen in het interview in bijlage III. Maar toch heeft New Holland laten weten dat ze bezig zijn met een NIR sensor op de hakselaar. Als belangrijkste reden is het kunnen meten van eiwitten in de gewassen. De enige manier omdat dit snel en betrouwbaar te doen is door middel van een NIR sensor. Voor het testen heeft New Holland een aantal NIR sensoren tot zijn beschikking. Momenteel draaien deze op een aantal hakselaars in Duitsland. Dit project is geheim en er is dan ook geen toegang te krijgen tot de hakselaars. Door middel van verschillende contacten binnen New Holland is nog geprobeerd om een NIR sensor naar Nederland te krijgen om deze sensor te kunnen testen. Helaas is dit op het laatste moment afgeblazen.

### 9.2 John Deere

John Deere heeft reeds enkele hakselaars draaien met het Harvest Lab hier op gemonteerd. Het Harvest Lab wordt gemonteerd door de dealer om te proberen door de loonwerker. Dit betekent dat de dealer nog steeds eigenaar is van het systeem. Voor het onderzoek zijn er een aantal John Deere dealers benaderd. Een van de grootste dealers op het gebied van John Deere hakselaars is dealer Westrenen. Tom Roelofsen is verantwoordelijk voor de verkoop van hakselaars. Tom heeft direct contact met de verschillende loonwerkers. Hij doet niet alleen de verkoop maar ook de aftersales van de hakselaar. Hij zorgt ervoor dat de klant tevreden is over zijn hakselaar. Een hakselaar is een grote investering. De klant verwacht er dan ook een goede service voor terug. In bijlage IV treft u een interview met Tom. Uit dit interview komt naar voren dat Tom een zeer goede visie heeft over de toekomst, maar ook blijkt dat hij twijfels heeft over het functioneren van het huidige systeem. Dit wil hij niet rechtstreeks bevestigen. Na het gesprek blijkt dat er reeds een onderzoek is gedaan naar het functioneren van de plaatsspecifieke opbrengst-, en kwaliteitsmetingen. Dit onderzoek is gedaan door een aantal studenten. Uit dit onderzoek bleken de gehalten van de monsters die gehaald zijn uit het gras niet te kloppen met de gegevens van de hakselaar. Helaas is er geen mogelijkheid om dit onderzoek in te zien. Westrenen wil niet aan het onderzoek mee werken omdat zij bang zijn weer negatieve resultaten te krijgen. Dit is niet goed voor hun verkoop. Westrenen is dan ook niet bereid om de namen op te geven van klanten die een Harvest Lab hebben aangeschaft.

### 9.3 Claas

Claas is op gebied van hakselaars de grootste in Nederland. Maar zij zijn op het gebied van kwaliteits- en opbrengstmeting nog niet zo ver als de hier boven genoemde concurrenten. Zij



hebben een aantal hakselaars draaien maar geven aan dat dit nog op proef is. Ook zij willen niet de namen van de klanten geven die een opbrengst- en kwaliteitsmeting op hun hakselaar hebben gekocht.

#### 9.4 Krone

Het aantal hakselaars van het merk Krone is in Nederland nog beperkt. Krone is wel één van de grote merken, maar richten zich met name op loonwerkers of boeren die mais hakselen voor een biogas installatie. Momenteel heeft Krone 4 hakselaars verkocht in Nederland. Geen van deze hakselaars is uitgevoerd met een kwaliteit- en opbrengstmeting. Voor het onderzoek is er contact opgenomen met Krone Duitsland. Dit om te proberen om een hakselaar te vinden in Duitsland. Helaas wilden zij hun klantgegevens niet vrijgeven.

Helaas kon zonder meewerkende partner(s) niet worden begonnen aan een praktijkonderzoek. Toch is dit een resultaat. Uit de gesprekken en interviews met verschillende experts, blijken de technieken nog niet betrouwbaar. Wanneer fabrikanten niet bereid zijn om een onderzoek te starten naar de werking, moet men zich toch gaan afvragen of zij achter hun product staan. Er was reeds budget geregeld voor de verschillende monsters die moesten worden getest. Helaas was dit budget niet toereikend om een complete hakselaar met kwaliteits- en opbrengstmeting te kopen. Vóór het onderzoek zijn er verschillende beloftes gedaan voor het gebruik van de installatie. Maar als wordt gevraagd of er kan worden begonnen met het onderzoek, laten de fabrikanten niets meer van hun horen.

## 10 Conclusie en discussie

Uit dit onderzoek kan een conclusie worden getrokken. Aan het begin van dit onderzoeksverslag is er een hoofdvraag opgesteld. Deze was:

**Wat is de toegevoegde waarde van plaatsspecifieke opbrengst- en kwaliteitsmetingen van gras voor de veehouder?**

Aan de hand van deze hoofdvraag ontstonden er een aantal deelvragen.

**Wat is de betrouwbaarheid van opbrengstmeting op hakselaars?**

**Hoe werkt de kwaliteitsmeting op hakselaars?**

**Kan opbrengst- en kwaliteitsmetingen met behulp van satellieten worden toegepast op grasland?**

**Waarop moet worden gelet bij het maken van een taakkaart?**

De conclusie van dit onderzoek kan worden getrokken, door de deelvragen en de hoofdvraag te beantwoorden.

De opbrengstmeting op de hakselaar is vrij complex. Dit is afhankelijk van verschillende factoren. De wiersen zijn vaak niet constant. Voor een betrouwbare meting moet er bepaald worden hoe het gras zich verplaatst op het perceel. Dit betekent dat alle bewerkingen die voor het hakselen worden gedaan, moeten worden geregistreerd. Dit betekent dat alle bewerkingen moeten worden uitgevoerd met een trekker die is uitgevoerd met GNSS. Ook is het van belang dat de wiersen constant zijn. Dit blijkt uit de verschillende interviews met de specialisten. Voor een betrouwbare meting moeten de resultaten van de sensor op de hakselaar, worden gecontroleerd. Dit zou kunnen door de totale opbrengst van het perceel te meten. De plaatsspecifieke data kloppen misschien niet helemaal met de werkelijke opbrengst, maar de kaart die wordt gemaakt uit de verzamelde data geeft wel een cumulatief beeld van het perceel.

De kwaliteitsmeting op de hakselaar is een systeem dat nog niet veel wordt gebruikt. Er zijn nog maar een beperkt aantal hakselaars uitgevoerd met deze sensor. Er zijn dan ook nog weinig testresultaten van de NIR sensor. De ijking van de sensor is zeer belangrijk. De sensor zelf is ook zeer prijzig. Dit maakt dat een aantal fabrikanten er bewust niet voor kiezen om gebruik te maken van deze sensor.

Het in kaart brengen van een weiland, door middel van metingen van satellieten is niet praktisch. De satelliet kan alleen meten wanneer het niet bewolkt is. Nederland is een land waar bijna altijd bewolking aanwezig is. Ook duurt het 2 weken voor dat de gegevens beschikbaar zijn. Dit duurt te lang voor het maken van een taakkaart.

Het is mogelijk om veel verschillende factoren (stikstof bodem, organische stof, zuurgraad, opbrengst gras, stikstof gras, etc.) te meten, en deze te verwerken tot kaarten. Om deze gegevens goed om te zetten naar een bruikbare taakkaart is vrij complex. De data moeten goed worden vertaald naar een referentiewaarde. Ook moet er rekening worden gehouden met waar zich de elementen zich bevinden. Een goed voorbeeld is de stikstof. Deze kan in de bodem of in de plant zitten. Dit betekent dat er een berekening moet worden gemaakt van de totaal aantal werkende stoffen in de bodem, gras en de mest. Voor het maken van taakkaarten moet er gekozen worden welke factoren erg van belang zijn. Alle data verwerken in de taakkaarten is gewoon niet mogelijk.

---

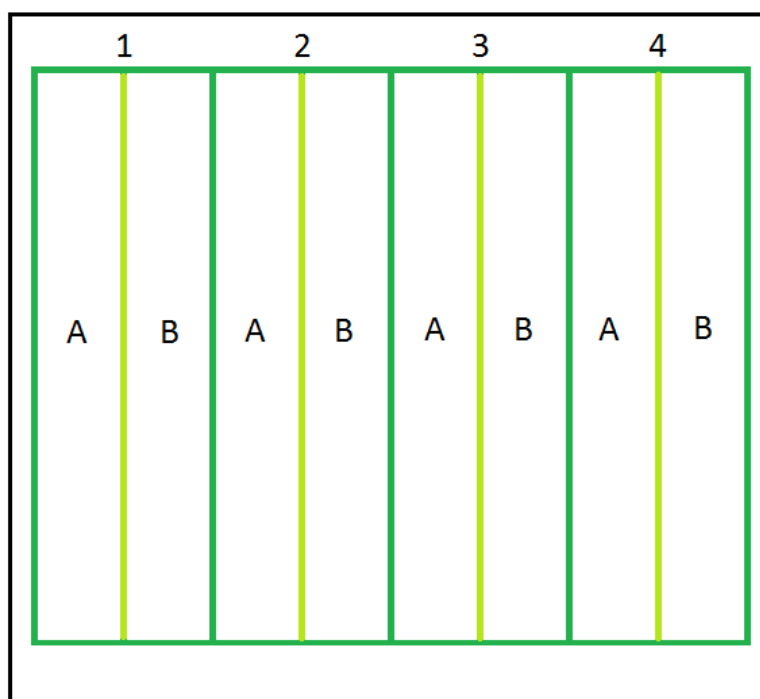
Met dit alles kunnen we de hoofdvraag gaan beantwoorden. De toegevoegde waarde van opbrengst- en kwaliteitsmeting is door middel van dit onderzoek nog niet bewezen. Omdat er nog te weinig getest is op dit gebied. De precisielandbouw staat op het gebied van grasland nog in de kinderschoenen. Er moeten nog vele onderzoeken worden gedaan op dit gebied. In de aanbeveling treft u een onderzoek aan waarmee dieper wordt ingegaan op de werking en de financiële kant van deze technieken. Ook moet er nog goed worden gekeken of de gegevens voor het inkuilen bruikbaar zijn, wanneer het voer wordt gebruikt. Wanneer er door verlies of processen grote veranderingen in de kuil optreden, kunnen de gegevens van voor het inkuilen niet meer worden gebruikt bij het voeren.

## 11 Aanbeveling

Het onderzoek dat is opgesteld is een moment opname van de verschillende sensoren. Ook wordt er alleen gekeken naar de werking van de opbrengst- en kwaliteitsmeting. Maar wat is nu precies het nut van de verschillende data die worden verzameld? Om het belang van precisielandbouw goed te kunnen bepalen moet er een onderzoek worden opgezet waar niet alleen wordt gekeken naar de juiste werking van de verschillende precisielandbouw-technieken, maar ook naar de invloed van deze technieken op de opbrengst van grasland. Dit betekent dat er ook goed moet worden gekeken naar de uitvoering van plaatsspecifieke bemesting. Voor de aanbeveling is een nieuw onderzoeksplan opgesteld. In dit onderzoeksplan wordt niet alleen dieper op de technische werking van de verschillende sensoren in gegaan, maar ook op de financiële aspecten.

### Onderzoeksplan precisie landbouw in de veehouderij

In dit onderzoeksplan wordt een stappenplan beschreven voor een onderzoek of het mogelijk is om de graslandopbrengst te verhogen door middel van precisielandbouw. Voor dit onderzoek maken we gebruik van een perceel van minstens 25 hectare. Voor dit onderzoek wordt het perceel opgedeeld in verschillende blokken. Voor de indeling van de blokken moet er goed worden gekeken naar de machinebreedtes. In Tabel 4 bevindt zich een lijst met de benodigde machines. De werkbreedtes van de machines zijn 3 meter of een meervoud van 3 meter. Dit betekent dat het perceel ook een meervoud van 3 meter breed is. Om de nauwkeurigheid van het onderzoek te vergroten worden de kopakkers buiten beschouwing gelaten. De voorkeur gaat ook uit naar een vierkant perceel. Deze is makkelijker in te delen. In het voorbeeld is uitgegaan van een vierkant perceel van 25 hectare. In Figuur 38 is de indeling weergegeven. Het stuk wordt opgedeeld in 4 blokken. Deze 4 blokken zijn weergegeven in de figuur met cijfers. De 4 vier blokken worden weer opgedeeld in 2 kleinere blokken. Deze 2 kleine blokken worden weergegeven met A en B. De blokken A zullen worden bemest volgens de traditionele wijze. Dit betekent dat er op die stukken altijd de maximale wettelijke bemesting wordt toegepast. Deze bemesting zal over het gehele blok gelijk zijn. De blokken A zijn de controle velden voor de proef. De blokken B zijn de proefvelden. Deze blokken zullen volgens verschillende strategieën worden bemest. Dit gebeurt plaatsspecifiek door middel van GNSS.



Figuur 38 Indeling proefveld

De volgende strategieën zullen worden toegepast op blok B:

- 1B. Voor dit blok wordt een taakkaart gemaakt voor het bemesten met alleen organische mest. Dit betekent dat er afhankelijk van de bodemkaarten en de opbrengstkaarten een taakkaart wordt gemaakt waarin plaatsspecifiek wordt weergegeven waar en

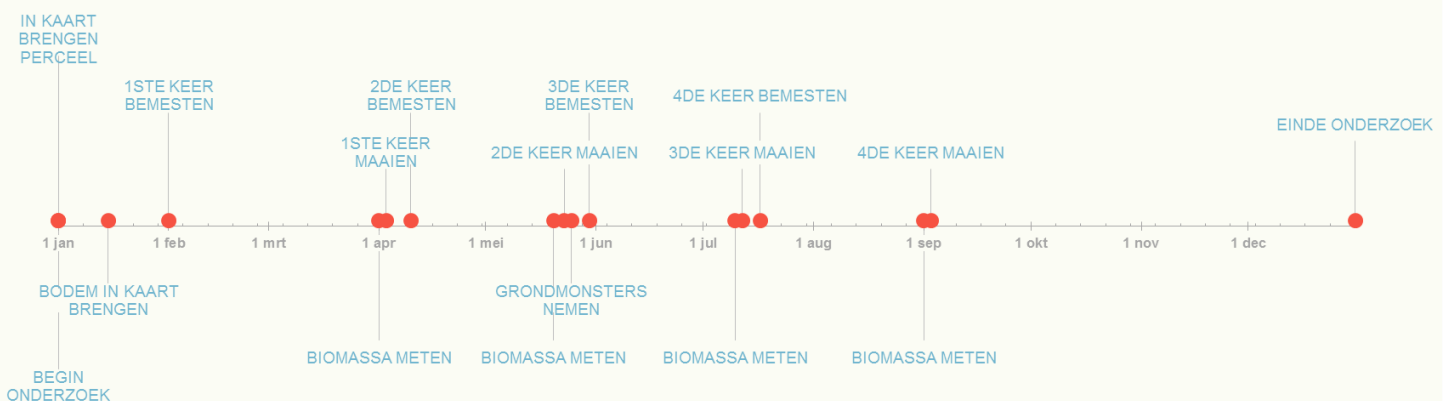
hoeveel mest erop moet komen. Er wordt alleen organische mest gebruikt omdat er verwacht wordt dat in de toekomst de kunstmest zal verdwijnen.

- 2B. Op dit blok wordt de organische mest volgens de traditionele manier toegediend. Dit betekent dat er de maximale hoeveelheid mest wordt uitgereden. De mest wordt over de gehele blok gelijkmatig verdeeld. Het verschil met blok A is dat de kunstmest plaatsspecifiek wordt toegediend. Doel van dit veld is dan ook om te kijken of het mogelijk is door alleen de kunstmest plaatsspecifiek toe te dienen de gehele opbrengst van het veld te vergroten. Wanneer er alleen kunstmest plaatsspecifiek wordt toegediend scheelt dit weer in de investering van een organische bemester die plaatsspecifiek kan toedienen.
- 3B. Op dit blok wordt er bij het maken van een taakkaart alleen gebruik gemaakt van een bodemkaart. De opbrengst- en kwaliteitsmeting wordt hierbij buiten beschouwing gelaten. Doel van dit blok is om te kunnen aantonen of de opbrengst- en kwaliteitsmeting daadwerkelijk een meerwaarde hebben in het maken van een taakkaart. Bewezen is reeds dat een bodemkaart een grote invloed heeft voor het aanmaken van een taakkaart. De opbrengst- en kwaliteitsmeting zijn een investering. Doel van dit perceel is om te kunnen bewijzen dat deze investering ook uit kan.
- 4B. Het laatste blok wordt geheel volgens de methode van precisielandbouw bemest. Dit betekent dat er zowel kunstmest als organische mest door middel van een precisiebemester worden bemest. Dit betekent dat er een taakkaart wordt opgesteld voor zowel de organische mest als de kunstmest. Er wordt goed gekeken naar de gehalten in de mest en de verdeling van de gehalten over het perceel.

De bemesting strategieën zijn opgesteld aan de hand van de vragen die er veel gesteld worden op het gebied van precisielandbouw op grasland.

### 11.1 Tijdlijn

Dit onderzoek vindt plaats gedurende een geheel jaar. Om een duidelijk overzicht te geven van dit onderzoek wordt er gebruik gemaakt van een tijdlijn. Deze is te zien in Figuur 39.



Figuur 39 Tijdlijn onderzoek

Het begin van het onderzoek begint rond januari. Het eerste en meest belangrijkste is het in kaart brengen van het perceel. Het perceel moet ingedeeld worden in gelijke blokken. Door middel van GNSS en met behulp van desktopsoftware is dit vrij gemakkelijk.



Voor het onderzoek moet eerst de structuur en de gehalten van de bodem in kaart worden gebracht. Dit wordt gedaan met behulp van losse bodemonsters en de Veris bodem scan. Dit wordt gedaan op 2 verschillende manieren zodat de uitkomsten uit deze scans met elkaar kunnen worden vergeleken. Mochten de resultaten verschillend zijn, dan moet goed worden onderzocht welke waarde het meest betrouwbaar is. Op basis van deze bodemkaarten kan een taakkaart worden gemaakt. Deze wordt opgesteld afhankelijk van de boven genoemde bemestingsstrategieën.

In februari mag officieel de eerste mest worden opgebracht. De mest moet worden bemonsterd door middel van een NIR sensor op de mesttank en door middel van monsters die van de mest zijn genomen. Deze monsters moeten in een laboratorium worden gecontroleerd. Nadat er mest is opgebracht wordt het gras met rust gelaten. Dit om groei te stimuleren. In april/mei volgt de eerste oogst. Voor de oogst wordt de opbrengst van het gras eerst gemeten. Dit wordt gedaan door middel van satelliet en de graslandopbrengstmeter. Ook kunnen er nog andere manieren van meting worden toegepast. Een aantal voorbeelden zijn de Yara N sensor en de Octocopter.

Wanneer het juiste moment van maaien is bepaald kan er begonnen met het maaien. Daarna kan het gras worden geschud en als laatst in wiersen worden geharkt. Dit wordt allemaal gedaan met behulp van GNSS. De trekkers waar dit mee wordt gedaan zijn uitgevoerd met een Autosteer zodat er niet meer gestuurd hoeft te worden. Dit wordt gedaan zodat iedere beweging van gras kan worden geregistreerd. De bewegingen van de trekker worden opgeslagen in het GNSS systeem zodat deze later terug kunnen worden gekeken. Voor het hakselen wordt er gebruik gemaakt van een hakselaar met een NIR sensor en opbrengstmeting. De kiepers die gebruikt worden voor het transport zullen ook uitgevoerd worden met een weeginrichting. Door middel van deze weeginrichting wordt de opbrengstmeting van de hakselaar gecontroleerd. Er wordt op bepaalde plekken monsters genomen van het gras. De positie van deze monsters wordt geregistreerd door middel van GNSS. Van deze monsters worden de gehalten bepaald in een laboratorium. Deze monsters worden gebruikt voor de controle van de NIR sensor van de hakselaar. Na de eerste oogst wordt er een nieuwe taakkaart gemaakt. Deze is op basis van zowel de opbrengst- en kwaliteitsmeting van de hakselaar als op basis van de bodemkaart. Deze taakkaart is weer afhankelijk van de strategie waarmee wordt bemest. Na de oogst worden er ook grondmonsters genomen. Dit niet voor het maken van de taakkaart, maar om te controleren of de berekende waarde klopt met de werkelijke waarde. Dit wordt gedaan na iedere oogst. Alle bewegingen van machines en trekkers worden in kaart gebracht door middel van GNSS. Dit om zoveel mogelijk de bodemdruk van de machines uit te kunnen sluiten als factor. Er moet ook goed op worden gelet dat de machines en trekkers zo veel mogelijk in het zelfde spoor blijven rijden.

## 11.2 Operationele logistiek

**Tabel 4 Benodigdheden onderzoek**

| <b>Benodigdheden bodembemonstering</b> |                                                         |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                                        | Veris bodemscanner                                      |
|                                        | Bodemonstertrekker                                      |
|                                        | Trekker met GNSS                                        |
|                                        | Evt. handheld GNSS                                      |
|                                        |                                                         |
| <b>Benodigdheden bemesting</b>         |                                                         |
|                                        | NIR sensor op giertank                                  |
|                                        | Giertank met precisiebemester (3m of meervoud hier van) |

|                                        |                                                       |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                        | Kunstmeststrooier met Geospread                       |
|                                        | Spaakwielbemester met precisiebemester                |
|                                        | Monsterpotjes BLGG                                    |
|                                        | Trekker met GNSS                                      |
|                                        | USB stick                                             |
| <b>Benodigdheden biomassa metingen</b> |                                                       |
|                                        | Toegang tot satellietmetingen                         |
|                                        | Graslandbopbrengstmeter                               |
|                                        | Evt andere sensoren (Octocopter, Yara N sensor, etc.) |
| <b>Benodigdheden oogst</b>             |                                                       |
|                                        | Maaier (3m, 6m of 9m)                                 |
|                                        | Schudder (6m, 9m, 12m, enz.)                          |
|                                        | Hark (6m of 9m)                                       |
|                                        | Trekker met GNSS                                      |
|                                        | Hakselaar met opbrengst- en kwaliteitsmeting          |
|                                        | USB stick                                             |
|                                        | Silagekiepers met weeginrichting                      |
|                                        | Handheld GNSS                                         |
|                                        | Monsterzakjes voor grasmonsters                       |
|                                        |                                                       |
| <b>Overige benodigdheden</b>           |                                                       |
|                                        | Desktopcomputer                                       |
|                                        | Desktopprogramma                                      |

## 12 Bronvermelding

Aequorfacts, onderbedrijf arbeidsmarkt/werkgelegenheid loonbedrijven, from: <http://www.aequorfacts.nl/media/downloads/Branchekaarten/Loonwerk.pdf>

Agrometius, Veris-MSP3-bodemsensor, from: [www.precisielandbouw.groenkennisnet.nl](http://www.precisielandbouw.groenkennisnet.nl)

Altic Dronten, onderzoeksbureau, [www.altic.nl](http://www.altic.nl)

Brabantsemilieufederatie, Onderzoek Arcadis, from: <http://www.brabantsemilieufederatie.nl/sites/www.brabantsemilieufederatie.nl/files/1%20plattelandontwikkeling/130926%20Arcadis%20samenvatting%20onderzoek%20mestwet.pdf>

Boerderij, inzicht in kwaliteit vers gras, from: <http://www.boerderij.nl/Home/Achtergrond/2010/3/Inzicht-in-kwaliteit-vers-gras-BOE011460W/>

Centraal Bureau Statistiek, Landbouw; grondgebruik, from: <http://statline.cbs.nl/>

Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, Bemestingadvies, from: [www.bemestingsadvies.nl](http://www.bemestingsadvies.nl)

Compendium voor de Leefomgeving, bestemming verdwenen landbouwgrond, from: <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1530-Bestemming-verdwenen-landbouwgrond.html?i=3-16>

Daemen, C., De Loonwerker, loonbedrijf Braspenning in Wortel, nummer 2, 2010

Digman, M. F. en Shinnars, K. J., Calibrating your forage harvester's Yield monitor, 31 januari 2012, Forage

Digman, M. F. en Shinnars, K. J., Real-time moisture measurement on a forage harvester using Near-Infrared reflectance spectroscopy, 2008 American Society of Agricultural and Biological Engineers

Duinen, P. van, Techniek van de ruwvoerwinning, 7<sup>de</sup> druk, Christelijke Agrarische Hogeschool

Graslandsignalen, B. Klein Swormink; N. van Eekeren; B. Philipsen, eerste druk, november 2007 Roodbont Zutphen

Grondig, Wegen, automatisch doseren en een goede chauffeur, mei 2011, Grondig, from: <http://edepot.wur.nl/174213>

Holshof, Gertjan en Geel, W van en Slabbekoorn, H, dosering van drijfmest en vloeibare kunstmest in een werkgang met de zodenbemester, oktober 2011, PPO Wageningen

John Deere, Harvest Lab, from: [www.johndeere.com](http://www.johndeere.com)

Kamps de Wild, Amazone werktuigen, from: [www.kampsdewild.nl](http://www.kampsdewild.nl)

Kooistra, L en Bartholomeus, H (Wageningen Universiteit), Peter Lerink (IB-Lerink Ingenieursbureau), Eric van Valkengoed, Plaatsspecifiek Perceel Management van de Kaart, oktober 2011, from: <http://edepot.wur.nl/189135>

Landbouwcentrum voor Voedergewassen, Gras: van Veld tot voer, 1999, from: [www.lcvvzw.be](http://www.lcvvzw.be)

Mais, T, Intelligenceforfood.com, Toepassingen van NIR-spectroscopie in de voedingsindustrie, from: <http://www.intelligenceforfood.com/content/toepassingen-van-nir-spectroscopie-de-voedingsindustrie>

Melkveehouders nieuwsgrazer, wat kost grashakselen per hectare bij jullie?, from: <http://www.aequorfacts.nl/media/downloads/Branchekaarten/Loonwerk.pdf>

Minerale Meststoffen Federatie, Gebruiksnormen voor dierlijke mest stikstof en fosfaat, from: [www.mineralenmeststoffen.nl](http://www.mineralenmeststoffen.nl)

New Holland, Precision Land Management, from: <http://agriculture.newholland.com/benelux/nl/PLM>

Precisielandbouw, About Precision Agriculture, from: [www.precisielandbouw.nl](http://www.precisielandbouw.nl)

Precisielandbouw groenkennisnet, opbrengstmeting bij hakselaars, from: [www.preciellandbouw.groenkennisnet.nl](http://www.preciellandbouw.groenkennisnet.nl)

Redactie Foodnieuws.nl, Grote zorgen over leveringszekerheid van essentiële agrarische grondstoffen, 27 mei 2014, from: [www.foodnieuws.nl](http://www.foodnieuws.nl)

Ritchie Wiki, Forage Harvester, from: [http://www.ritchiewiki.com/wiki/index.php/Forage\\_Harvester](http://www.ritchiewiki.com/wiki/index.php/Forage_Harvester)

Van Dale, Groot woordenboek van de Nederlandse taal, drs. Ton den Boon, prof dr. Dirk Geeraerts, 14de herziende uitgave, 2005  
Van den Borne aardappels, precisielandbouw, from: [www.vandenborneaardappels.nl](http://www.vandenborneaardappels.nl)

Veenhuis, Euroject 3000 en 3500 bemester, from: [www.veenhuis.nl](http://www.veenhuis.nl)

Veenstra, G. en Vessies, J.F.P., Mogelijke gevolgen van de afschaffing van het melkquotum voor Nederlandse melkveebedrijven, from: <http://edepot.wur.nl/3787>

Verenging voor precisielandbouw, Duport, from: <http://www.precisielandbouw.com/bemesting/machines/duport/index.html>

Vicon, Geospread kunstmeststrooier, from: [www.vicon.nl](http://www.vicon.nl)

Victormundi marketing, push pull strategie, from: <http://victormundi.com/kan-een-push-strategie-vervangen-worden-door-een-pull-strategie/>

Volkskrant, Afschaffing melkquota leidt tot explosieve groei in sector, from: <http://www.volkskrant.nl/vk/nl/2680/Economie/article/detail/3541590/2013/11/09/Afschaffing-melkquota-leidt-tot-explosieve-groei-in-sector.dhtml>

Wieringa, G. W. en de Haan, S., inkuilen, september 1961, from: <http://edepot.wur.nl/217950>

Zonna, Strautmann meststrooiers, from: [www.zonna.nl](http://www.zonna.nl)

## 13 Bijlage

### BIJLAGE I SPURWAY ONDERZOEK

#### ANALYSECERTIFICAAT SPURWAY



ALTIC B.V.  
De Drieslag 30  
8251 JZ DRONTEN

#### MONSTER EN ONDERZOEK

ALTIC

|                   |                |                     |                 |
|-------------------|----------------|---------------------|-----------------|
| Labnummer         | : 1000         | Monstername door    | : Opdrachtgever |
| Datum binnenkomst | : 6 april 2012 | Datum monstername   | : Niet bekend   |
| Datum rapportage  | : 6 april 2012 | Bemonsteringsdiepte | : 25 cm         |
| Aangeboden als    | : VOORBEELD    |                     |                 |
| Gewas (onbeteeld) | : Lelie        |                     |                 |

#### ANALYSERESULTATEN

#### WAARDERING

| Parameter        | Eenheid                  | Resultaat | Streeftraject |           |  | Laag | Streeftraject | Hoog |
|------------------|--------------------------|-----------|---------------|-----------|--|------|---------------|------|
|                  |                          |           | in 10 cm      | in 10 cm  |  |      |               |      |
| Nitraatstikstof  | NO <sub>3</sub> -N kg/ha | 6.3       | -             | -         |  |      |               |      |
| Ammoniumstikstof | NH <sub>4</sub> -N kg/ha | < 4.6     | < 5           | normaal   |  |      |               |      |
| Fosfor           | P kg/ha                  | 3.1       | 3 - 6         | voldoende |  |      |               |      |
| Kalium           | K kg/ha                  | 85.1      | 75 - 100      | voldoende |  |      |               |      |
| Magnesium        | Mg kg/ha                 | 48.2      | 50 - 75       | vrij laag |  |      |               |      |
| Zwavel           | S kg/ha                  | 21.5      | 10 - 15       | vrij hoog |  |      |               |      |
| Calcium          | Ca kg/ha                 | 2384      | 300 - 2700    | voldoende |  |      |               |      |
| Mangaan          | Mn kg/ha                 | 0.5       | 1 - 3         | laag      |  |      |               |      |
| Zink             | Zn kg/ha                 | 8.5       | 3 - 30        | voldoende |  |      |               |      |
| Ijzer            | Fe kg/ha                 | 170       | 100 - 500     | voldoende |  |      |               |      |
| Borium           | B kg/ha                  | 0.2       | 0.3 - 0.5     | vrij laag |  |      |               |      |
| Koper            | Cu kg/ha                 | 2.0       | 3 - 6         | vrij laag |  |      |               |      |
| Molybdeen        | Mo kg/ha                 | 0.1       | -             | -         |  |      |               |      |
| Natrium          | Na kg/ha                 | 28.0      | < 50          | normaal   |  |      |               |      |
| Chloride         | Cl kg/ha                 | 34.1      | < 40          | normaal   |  |      |               |      |
| Silicium         | Si kg/ha                 | 6.3       | -             | -         |  |      |               |      |
| Geleidbaarheid   | EC mS/cm                 | 0.8       | 0.6 - 1.2     | normaal   |  |      |               |      |
| Zuurgraad        | pH-KCl                   | 7.3       | 5.2 - 7       | vrij hoog |  |      |               |      |
| Zuurgraad        | pH-H <sub>2</sub> O      | 8.0       | 5.7 - 7.5     | vrij hoog |  |      |               |      |

De waardering is gewasonafhankelijk, nadere informatie over de waardering en advisering is opgenomen op de achterzijde van dit analysecertificaat.

Dit certificaat mag niet zonder de schriftelijke toestemming van ALTIC gedeeltelijk gereproduceerd worden. Resultaten hebben enkel betrekking op de beproefde objecten. Onderzoek wordt verricht en adviezen worden alleen uitgebracht op voorwaarde dat de opdrachtgever afstand doet van ieder recht op aansprakelijkheid. Nadere informatie over de toegepaste methoden en prestatiekenmerken of algemene voorwaarden kan op aanvraag worden verkregen. De analysesresultaten zijn geproduceerd onder verantwoording van ing. A.H.M. v.d. Salm - v.d. Berg, directeur.

K.v.K. Gooli - Eem- en Flevoland reg.nr. 39051603 | lev.voorw.ged.92/145 | BTW-nr. NL8005.92.797.B01 | Banknr. 33.81.49.554 | BIC-Swift: RABONL2U | IBAN: NL63 RABO 0338149554  
ALTIC B.V. | De Drieslag 30 | 8251 JZ Dronten | Postbus 135 | 8250 AC Dronten | t. 0321-387980 | f. 0321-387988 | info@altic.nl | www.altic.nl

  
Pagina 1 van 2



## ANALYSECERTIFICAAT

Labnummer 1000 d.d. 06-04-2012 (vervolg)

### TOEGEPASTE METHODES

| Parameter                                                                                                                                                                | Toegepaste norm(en) of richtlijn |                            |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
|                                                                                                                                                                          |                                  | Voorbehandeling            | Meting                             |
| Nitraatstikstof                                                                                                                                                          | NO <sub>3</sub> -N               | Eigen methode; Extractie   | Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 13395 |
| Ammoniumstikstof                                                                                                                                                         | NH <sub>4</sub> -N               | Eigen methode; Extractie   | Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 11732 |
| Chloride                                                                                                                                                                 | Cl                               | Eigen methode; Extractie   | Gelijkwaardig aan NEN 6651         |
| Overige voedingselementen                                                                                                                                                |                                  | Eigen methode; Extractie   | Gelijkwaardig aan NEN 6966         |
| Boor (B), calcium (Ca), koper (Cu), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg), mangaan (Mn), molybdeen (Mo), natrium (Na), fosfor (P), zwavel (S), silicium (Si), zink (Zn) |                                  |                            |                                    |
| Zuurgraad                                                                                                                                                                | pH-KCl                           | Gelijkwaardig aan NEN 5750 | Gelijkwaardig aan NEN 5750         |
|                                                                                                                                                                          | pH-H <sub>2</sub> O              | Gelijkwaardig aan NEN 5750 | Gelijkwaardig aan NEN 5750         |
| Geleidbaarheid                                                                                                                                                           | EC                               | Gelijkwaardig aan NEN 5749 | Gelijkwaardig aan NEN 5749         |

### BODEMVOORRAAD EN ADVIES

|                                                                                                                                                                                                                                     | Beschikbare voorraad | Adviesgift (in kg/ha) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Stikstof (N)</b>                                                                                                                                                                                                                 | 15.8 kg/ha           | 0                     |
| Tijdens het groeiseizoen geldt voor zover mogelijk het NBS. Een stikstof (start-)gift is eventueel noodzakelijk; neem hiervoor contact op met uw teeltspecialist.                                                                   |                      |                       |
| <b>Fosfor (als P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>                                                                                                                                                                                      | 17.5 kg/ha           | 75                    |
| <b>Kalium (als K<sub>2</sub>O)</b>                                                                                                                                                                                                  | 256 kg/ha            | 0                     |
| <b>Magnesium (als MgO)</b>                                                                                                                                                                                                          | 200 kg/ha            | 100                   |
| <b>Zwavel (als SO<sub>3</sub>)</b>                                                                                                                                                                                                  | 134 kg/ha            | 0                     |
| <b>Calcium (als CaO)</b>                                                                                                                                                                                                            | 5961 kg/ha           | 0                     |
| <b>Mangaan (Mn)</b>                                                                                                                                                                                                                 | 1.2 kg/ha            | 0                     |
| Bij een lage waardering en pH < 6.5 (kleigrond) of < 5.5 (zandgrond) kan een bodembesteming uitgevoerd worden, bij een lage waardering en een hogere pH kan tijdens het groeiseizoen het beste een bladbesteming uitgevoerd worden. |                      |                       |
| <b>Zink (Zn)</b>                                                                                                                                                                                                                    | 21.2 kg/ha           | 0                     |
| <b>Ijzer (Fe)</b>                                                                                                                                                                                                                   | 426 kg/ha            | 0                     |
| Door een bodembesteming uit te voeren, kan een eventueel tekort opgeheven worden.                                                                                                                                                   |                      |                       |
| <b>Borium (B)</b>                                                                                                                                                                                                                   | 0.5 kg/ha            | 0                     |
| Een vroege borium bodemtoepassing kan voor de opname in het hele seizoen voorzien.                                                                                                                                                  |                      |                       |
| <b>Koper (Cu)</b>                                                                                                                                                                                                                   | 4.9 kg/ha            | 0                     |
| Een vroege koper bodembesteming kan voor de opname in het hele seizoen voorzien.                                                                                                                                                    |                      |                       |

### KWALITEITSWAARBORGING

Het laboratorium van ALTIC werkt volgens de internationale standaard voor testlaboratoria, NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005. Dit houdt ondermeer in dat, binnen het laboratorium, richtlijnen worden gebruikt om de kwaliteit in de keten van monsterneming tot analyse te verhogen. In het aangeboden monster (labnummer 1000) zijn verschillen met deze richtlijnen geconstateerd die de betrouwbaarheid van de analysesresultaten mogelijk hebben beïnvloed:

- > De bemonsteringsdatum is niet (of onjuist) opgegeven, waardoor de conserveringstermijn mogelijk verlopen is.

Dit certificaat mag niet zonder de schriftelijke toestemming van ALTIC gedeeltelijk gereproduceerd worden. Resultaten hebben enkel betrekking op de beproefde objecten. Onderzoek wordt verricht en adviezen worden alleen uitgebracht op voorwaarde dat de opdrachtgever afstand doet van ieder recht op aansprakelijkheid. Nadere informatie over de toegepaste methoden en prestatiekenmerken of algemene voorwaarden kan op aanvraag worden verkregen. De analysesresultaten zijn geproduceerd onder verantwoording van ing. A.H.M. v.d. Salm - v.d. Berg, directeur.

Pagina 2 van 2

## BIJLAGE II GEMIDDELTE SAMENSTELLING VAN ORGANISCHE MESTSTOFFEN



### BEMESTINGSADVIES

Tabel 1-7 Gemiddelde samenstelling van organische meststoffen in kg per 1000 kg produkt, dichtheid in kg/m<sup>3</sup>

|                                    | Droge stof | Org. stof | N <sub>tot</sub> | N <sub>min</sub> | N <sub>org</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Mg O | Na <sub>2</sub> O | Nmin /Ntot * | Ntot/ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * | Dicht - heid |
|------------------------------------|------------|-----------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|------|-------------------|--------------|---------------------------------------|--------------|
| <u>Gier</u>                        |            |           |                  |                  |                  |                               |                  |      |                   |              |                                       |              |
| Rundvee                            | 25         | 10        | 4,0              | 3,8              | 0,2              | 0,2                           | 8,0              | 0,2  | 1,0               | 0,95         | 20,00                                 | 1030         |
| Varkens                            | 20         | 5         | 6,5              | 6,1              | 0,4              | 0,9                           | 4,5              | 0,2  | 1,0               | 0,94         | 7,22                                  | 1010         |
| Zeugen                             | 10         | 10        | 2,0              | 1,9              | 0,1              | 0,9                           | 2,5              | 0,2  | 0,2               | 0,95         | 2,22                                  | -            |
| <u>Dunne mest</u>                  |            |           |                  |                  |                  |                               |                  |      |                   |              |                                       |              |
| Rundvee                            | 85         | 64        | 4,1              | 2,0              | 2,1              | 1,5                           | 5,8              | 1,2  | 0,7               | 0,49         | 2,73                                  | 1005         |
| Vleesvarkens                       | 93         | 43        | 7,1              | 4,6              | 2,5              | 4,6                           | 5,8              | 1,5  | 1,2               | 0,65         | 1,54                                  | 1040         |
| Zeugen                             | 67         | 25        | 5,0              | 3,3              | 1,7              | 3,5                           | 4,9              | 1,4  | 0,9               | 0,66         | 1,43                                  | -            |
| Mineralenconcentraten <sup>1</sup> | 37         | 14        | 8,2              | 7,5              | 0,7              | 0,4                           | 9,7              | -    | -                 | 0,91         | 20,50                                 | -            |
| Rosékalveren                       | 94         | 71        | 5,6              | 3,0              | 2,6              | 2,6                           | 5,0              | 1,6  | 1,2               | 0,54         | 2,15                                  | -            |
| Witvees kalveren                   | 22         | 17        | 2,6              | 2,1              | 0,5              | 1,1                           | 4,5              | 1,7  | 1,6               | 0,81         | 2,36                                  | -            |
| <u>Vaste mest</u>                  |            |           |                  |                  |                  |                               |                  |      |                   |              |                                       |              |
| Rundvee                            | 194        | 152       | 5,3              | 0,9              | 4,4              | 2,8                           | 6,1              | 2,1  | 1,0               | 0,17         | 1,89                                  | 900          |
| Varkens                            | 260        | 153       | 7,9              | 2,6              | 5,3              | 7,9                           | 8,5              | 2,5  | 0,9               | 0,33         | 1,00                                  | -            |
| Leghennen, mestband                | 573        | 416       | 25,6             | 2,5              | 23,1             | 19,6                          | 15,5             | 5,5  | 1,7               | 0,10         | 1,31                                  | 605          |
| Leghennen, mestband + nadroog      | 810        | 427       | 34,1             | 3,9              | 30,2             | 27,8                          | 20,1             | 5,9  | 2,3               | 0,11         | 1,23                                  | -            |
| Kippen, strooiselmest              | 713        | 359       | 28,0             | 3,6              | 24,4             | 25,6                          | 20,8             | 7,5  | 3,4               | 0,13         | 1,09                                  | 600          |
| Vleeskuikens + parelhoen           | 626        | 419       | 32,1             | 8,0              | 24,1             | 16,8                          | 20,5             | 7,1  | 3,0               | 0,25         | 1,91                                  | 605          |
| Kalkoenen                          | 520        | 427       | 23,3             | 6,0              | 17,3             | 19,7                          | 13,4             | 5,8  | 6,7               | 0,26         | 1,18                                  | 535          |
| Paarden                            | 287        | 160       | 4,6              | 0,5              | 4,1              | 2,7                           | 8,1              | 1,8  | 1,6               | 0,11         | 1,70                                  | 700          |
| Schapen                            | 276        | 195       | 8,8              | 2,0              | 6,8              | 4,5                           | 15,6             | 2,7  | 2,2               | 0,23         | 1,96                                  | -            |
| Geiten                             | 291        | 174       | 9,9              | 2,4              | 7,5              | 5,3                           | 12,8             | 4,0  | 1,9               | 0,24         | 1,87                                  | -            |
| Nertsen                            | 452        | 293       | 28,3             | 16,1             | 12,2             | 26,9                          | 5,4              | 3,5  | 8,1               | 0,57         | 1,05                                  | -            |
| Eenden                             | 275        | 237       | 8,9              | 1,6              | 7,3              | 7,3                           | 8,4              | 3,4  | 1,3               | 0,18         | 1,22                                  | -            |
| Konijnen                           | 408        | 332       | 9,4              | 2,3              | 7,1              | 6,7                           | 10,7             | 5,2  | 2,0               | 0,24         | 1,40                                  | -            |
| Champost                           | 336        | 211       | 7,6              | 0,4              | 7,2              | 4,5                           | 10,0             | 2,3  | 0,9               | 0,05         | 1,69                                  | 550          |
| GFT-compost <sup>2</sup>           | 696        | 242       | 12,8             | 1,2              | 11,6             | 6,3                           | 11,3             | 4,8  | -                 | 0,09         | 2,03                                  | 800          |
| Groen compost <sup>2</sup>         | 599        | 179       | 5,0              | 0,5              | 4,5              | 2,2                           | 4,2              | 1,8  | -                 | 0,10         | 2,27                                  | 800          |

\*kg per kg <sup>1</sup>mineralenconcentraten van varkensmest <sup>2</sup>gemiddelde waarde (ipv mediaan)

### **BIJLAGE III: INTERVIEW JAN VAN DER LECK**

**Werkt voor: CNH en New Holland**

**Functie: servicemanager Nederland voor trekkers en oogstmachines**

**Wat kan New Holland aan klanten bieden als zij opbrengstmeting willen op hun hakselaars?**

De nieuwe FR hakselaar van New Holland kan worden uitgevoerd met een opbrengstmeting op de invoerrollen. Dit is een potmeter die is gemonteerd op de invoerrollen van de hakselaar. Hiermee kan de hoeveelheid gewas worden gemeten.

**Wat zijn de voordelen van dit systeem?**

Er kan snel en makkelijk een opbrengstmeting worden gemaakt van het perceel. Door middel van de GPS ontvanger kan er ook een GPS locatie aan de meting worden gekoppeld. Dit kan ook gedaan worden met de vochtmeting. Er kan dan een kaart worden gemaakt van het perceel met de verschillende metingen

**Wat zijn de nadelen van dit systeem?**

Het systeem is in mais zeer betrouwbaar, maar in het gras wijkt de meting nog wel eens af. Dit komt met name door de niet constante invoer van het gewas. Er moet dan ook regelmatig een controle gedaan worden op het gewicht van de kieper.

**Wat kan New Holland aan klanten bieden als zij kwaliteitsmeting willen op hun hakselaar?**

De hakselaar kan worden uitgevoerd met een geleidingssensor. Dit is een sensor die alleen het vochtgehalte kan meten in het gewas.

**Wat zijn de voordelen van dit systeem?**

Het systeem is betrouwbaarder dan bijvoorbeeld een NIR sensor. Het gewas komt in rechtstreeks contact met de sensor. Hierdoor is de meting ook veel nauwkeuriger. Daarnaast is het systeem veel goedkoper dan een NIR sensor.

**Wat zijn de nadelen van dit systeem?**

De sensor is zeer gevoelig voor slijtage. De ontwikkelingsafdeling van New Holland heeft recentelijk een nieuwe versie van de sensor geleverd. Deze is van harder plastic waardoor deze niet zo hard slijt. Daarnaast is alleen vocht te meten met de sensor. Dit is voorlopig genoeg maar voor de toekomst waarschijnlijk niet genoeg.

**Wat voor onderhoud moet er aan het systeem worden uitgevoerd?**

De sensor moet regelmatig worden gecontroleerd. Dit moet worden gedaan door middel van monsters. Deze monsters moeten worden getest in een lab zoals die van BLGG. Ook moeten de wagens regelmatig worden gewogen of het systeem goed functioneert.

**Wat is de toekomst van opbrengst- en kwaliteitsmetingen?**

Er wordt verwacht dat in de toekomst alle hakselaars uitgevoerd worden met dit systeem. Met de nieuwe mestwetgeving mag er steeds minder en minder bemest worden per hectare. Dit betekent dat er nauwkeurig moet worden omgegaan met de mest die er beschikbaar is.

---

Door middel van de kaarten kunnen er taakkaarten voor bemesting worden opgesteld. Zover is het nog niet, er is nog een groot gat tussen het verwerken van de data en het opstellen van een taakkaart. Hiervoor heb je iemand nodig die verstand heeft van ICT, bodem, water en gewassen.

## BIJLAGE IV: INTERVIEW TOM ROELOFSEN

**Werkt voor:** Westrenen mechanisatie

**Functies:** verkoper van John Deere oogstmachines

**Wat kan John Deere aan klanten bieden als zij opbrengstmeting willen op hun hakselaars?**

Alle John Deere hakselaars kunnen worden uitgevoerd met het Harvest Lab. Dit is een combinatie van een opbrengstmeting op de invoerrollen, een GPS systeem voor het registreren van de locatie, en een kwaliteitsmeting van het gewas door middel van een NIR sensor. De opbrengstmeting van het gewas gebeurt door middel van een lineaire sensor. Deze is gemonteerd aan de zijkant van de invoerrollen.

**Wat zijn de voordelen van dit systeem?**

Door de lineaire sensor is de betrouwbaarheid zeer hoog. Doordat er gebruik wordt gemaakt van een grote arm kan er een hogere betrouwbaarheid worden gegarandeerd. Het systeem is makkelijk te monteren. Een monteur met een sleutelset kan de lineaire sensor monteren. Deze kan dan ook uitgewisseld worden tussen hakselaars. Mocht de klant een nieuwe hakselaar kopen kan deze sensor snel worden omgezet naar zijn nieuwe hakselaar.

**Wat zijn de nadelen van dit systeem?**

Het systeem op zich zelf is zeer betrouwbaar, maar is afhankelijk van de invoer van het gewas. Bij mais is deze invoer zeer constant. Dit komt omdat het gewas gelijkmatig is. Gras daarin tegen is een heel ander verhaal. Het begint bij het harken van het gewas. Het harken moet reeds worden gedaan met een trekker die is uitgevoerd met een GPS systeem. Hierdoor is het mogelijk om een mooie opbrengstkaart te maken. Vaak harkt de boer nog zelf en heeft een trekker die nog niet is uitgevoerd met een GPS systeem. Ten tweede zijn de ruggen die worden getrokken vaak niet constant. Dit betekent dat ook de invoer vaak niet constant is. Omdat de invoer te veel en te snel zal veranderen kan het systeem dit niet goed registreren. Daarom wil er vaak nog wel eens een afwijking in de opbrengstmeting zitten. De bottleneck van het Harvest Lab is daarom dan ook de opbrengstmeting.

**Wat kan John Deere aan klanten bieden als zij kwaliteitsmeting willen op hun hakselaar?**

De John Deere hakselaar kan worden uitgevoerd met een NIR sensor. Deze sensor wordt in de blaaspijp van de hakselaar geplaatst. De sensor is snel en makkelijk te plaatsen.

**Wat zijn de voordelen van dit systeem?**

Door middel van de sensor kunnen er verschillende parameters worden gemeten. Vocht en eiwitgehalte zijn de 2 belangrijkste. Daarnaast is het complete systeem makkelijk over te zetten tussen hakselaars. Wij laten de klant bij aankoop van een nieuwe hakselaar even proeven aan het systeem, door ze het systeem een half jaar gratis te laten proberen. Bevalt het, laten we het systeem zitten. Bevalt het niet, dan kunnen wij het systeem snel en gemakkelijk verwijderen. Deze wordt dan weer geplaatst op de volgende nieuwe hakselaar.

**Wat zijn de nadelen van dit systeem?**

Er zijn weinig nadelen van het systeem. Het enige grote nadeel is de aanschafwaarde van de sensor. Dit is voor veel loonwerkers vaak nog een moeilijk puntje.

### **Wat voor onderhoud moet er aan het systeem worden uitgevoerd?**

Er moet voor gezorgd worden dat de lens voor de sensor regelmatig wordt gereinigd. Daarnaast moet één keer per jaar de sensor worden geijkt. Dit moet worden gedaan door de dealer. Daarnaast moet regelmatig worden gecontroleerd of de opbrengstmeting nog goed werkt. Dit moet worden gedaan door de wagens te wegen en het totale gewicht van de wagen in te voeren in de hakselaar.

### **Wat is de toekomst van opbrengst- en kwaliteitsmetingen?**

Er wordt momenteel nog (te) weinig gedaan met de verschillende metingen. Loonwerkers zien vaak de metingen als extra werk. Dit klopt ook want er moet extra tijd worden besteed aan de technieken en het verwerken van de data. Ook zijn de hakselchauffeurs vaak nog van de 'oude' generatie. Zij hebben dan ook weinig zin om over de nieuwe systemen bij te leren. Maar in de toekomst verwachten we alle hakselaars uit te kunnen voeren met het Harvest Lab systeem. Met de nieuwe mestwetgevingen en de stijging van het aantal koeien zal grasland bemesting een van de belangrijkste factoren voor de toekomst worden. Het simpel weg mest uitrijden over het weiland kan straks niet meer. Door middel van GPS en variabel toedienen van meststoffen gaat men proberen de productie van het grasland te verhogen. Wanneer men goed weet waar en hoeveel de opbrengst was, kan men beginnen met het plaatsspecifiek toedienen van de meststoffen. Alleen het is nog niet zo simpel. Er is nog een knowlegdegap tussen de gegevens en de gewassen. Mijn verwachting voor de toekomst is dan ook dat er bureaus zullen ontstaan die zich hier op zullen richten. Dit is de nieuwe generatie die bijvoorbeeld nu afstudeert van de CAH in Dronten.



## BIJLAGE V: CHECKLIST SCHRIFTELIJK RAPPORTEREN

Naam: Mark Beunk  
Titel verslag: Plaatsspecifiek opbrengst- en kwaliteit metingen voor en tijdens het grashakselen  
Klas: 4BMT  
Datum: 09-04-2014

! Checklist moet zelf door de student worden ingevuld (vooraan afvinken) en bij het verslag worden gevoegd. Géén formulier is géén beoordeling.

! Onderdelen met een \* aangegeven zijn de zogenaamde killing points. Zijn er meer dan vijf killing points aangekruist, dan moet het verslag op alle onvoldoende onderdelen worden verbeterd en opnieuw met de oude versie worden ingeleverd. Let op: in het afstudeerwerkstuk zijn geen killing points toegestaan!

Student Mark Beunk

Docent:

O V

### Rapport

☐ \*rapport is ingebonden

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

### Voorblad

- ☐ aantrekkelijke layout (foto, illustratie)  
☐ auteur(s) (alfabetisch)

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |

### Titelpagina

- ☐ titel is specifiek  
☐ ondertitel is duidelijk  
☐ auteur(s) (alfabetisch)  
☐ plaats, datum  
☐ opdrachtgever

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

### Voorwoord

- ☐ bevat aanleiding tot het schrijven van het verslag  
☐ bedankjes

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |

### Inhoudsopgave

- ☐ \*alle onderdelen van het verslag (6-11, paragrafen, subparagrafen) zijn vermeld en genummerd  
☐ \*paginaverwijzing is correct  
☐ inhoudsopgave is overzichtelijk

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |

### Samenvatting

- ☐ \*samenvatting is verkorte versie van gehele verslag/opdracht en bevat geen persoonlijke mening  
☐ samenvatting is gestructureerd (inleiding, kern, slot, alinea-indeling, subkopjes, signaalwoorden)  
☐ samenvatting is zakelijk geschreven

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |

### Inleiding

- ☐ \*inleiding nodigt uit tot lezen (blikvanger)
- ☐ \*probleemstelling/ onderzoeksvraag is duidelijk en specifiek
- ☐ \*doelstelling is duidelijk en specifiek
- ☐ \*methode informatievergaring/ aanpak onderzoek is vermeld
- ☐ \*opbouw verslag (korte inhoud per hfdst.) wordt aangegeven

O V

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

### Kern: opbouw hoofdstukken, paragrafen

- ☐ \*hoofdstukken, paragrafen en subparagrafen zijn genummerd en duidelijk verschillend in opmaak
- ☐ hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben passende titel
- ☐ hoofdstuk beslaat minimaal 2 pagina's
- ☐ nieuw hoofdstuk begint op nieuwe pagina
- ☐ \*hoofdstukken worden duidelijk ingeleid
- ☐ nieuwe alinea wordt duidelijk weergegeven met witregel
- ☐ zinnen lopen door (geen ENTER binnen alinea)
- ☐ \*figuren en tabellen zijn (door)genummerd
- ☐ \*figuren en tabellen hebben passende titel
- ☐ \*in tekst wordt verwezen naar figuren/tabellen
- ☐ \*pagina's zijn genummerd en hebben aantrekkelijke opmaak
- ☐ \*hoofdstukken bevatten geen plagiaat (zie toelichting z.o.z.)

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

### Nederlands taalgebruik

- ☐ \*grammatica/spelling volgens criterium
- ☐ geschikt vocabulaire is gebruikt (geen jargon)
- ☐ juiste interpunctie is toegepast
- ☐ \*verslag bevat geen spreektaal, is zakelijk geschreven
- ☐ \*hoofdstukken (de kern) bevatten WEINIG TOT GEEN persoonlijke voornaamwoorden (bijvoorbeeld: ik, wij)
- ☐ \*zinnen zijn volledig, geen telegramstijl

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

### Conclusies en aanbevelingen

- ☐ \*conclusies en aanbevelingen zijn gebaseerd op argumentatie uit de hoofdstukken
- ☐ kort en bondig
- ☐ bevatten geen nieuwe informatie

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |

### Literatuurlijst

- ☐ \*literatuurlijst is opgesteld volgens officiële richtlijnen
- ☐ \*literatuurlijst is volledig (alle bronnen worden vermeld)

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |

### Bijlagen

- ☐ \*bijlagen zijn genummerd
- ☐ \*bijlagen hebben passende titel
- ☐ \*in de kern wordt naar elke bijlage specifiek verwezen
- ☐ bijlage bevat geen eigen analyse (eigen woorden)

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

## Bronnen

- ☐ \*ALLE bronnen die in literatuurlijst zijn opgenomen, worden in de tekst vermeld d.m.v. noten, citaten en voetnoten
- ☐ \*citaten zijn niet langer dan 3 zinnen
- ☐ bronnen ondersteunen argumenten/feiten (eigen tekst)
- ☐ bronnen worden op juiste plaats in de tekst weergegeven

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

## Toelichting plagiaat

Bij het gebruik maken van bronnen zoals informatie uit boeken, internet, tijdschriften etc. moet voldaan worden aan een aantal regels. Indien deze regels niet in acht worden genomen spreekt men van plagiaat.

Let hierbij op de volgende punten:

neem alleen informatie over die FUNCTIONEEL is voor je verslag informatie die algemeen bekend is (feiten, algemene zaken), zelfs als die nieuw is voor jezelf, heeft GEEN bronvermelding. Dit betreft bijv. informatie uit lesboeken, readers, encyclopedieën. bij informatie die meningen, conclusies, ideeën, getallen, percentages bevat moet ALTIJD de bron vermeld worden. onderstreep de informatie uit de bron die van belang is en geef IN JE EIGEN WOORDEN weer, zodat de stijl van schrijven hetzelfde blijft als de rest van je verslag. Geef aan het eind van de informatie die je gebruikt hebt de bron aan m.b.v. een voetnoot.

Het kopiëren van een internettekst met daarbij bronvermelding van de pagina is ook plagiaat (behalve in de bijlagen)!

Wat is plagiaat?

“Het woordelijk overnemen van (passages uit) het werk van een ander zonder aan te geven dat het andermans woorden zijn en/of zonder vermelding van de precieze vindplaats van de passage.

Het parafraseren van (passages uit) het werk van anderen, zonder daarbij aan te geven dat de gedachtegang door iemand anders is bedacht en zonder de vindplaats van de gedachtegang aan te geven. Het overnemen van ideeën uit andermans werk zonder daarbij aan te geven dat het de ideeën van iemand anders zijn.” Ter controle wordt het verslag door een zoekmachine gescreend op plagiaat.