

Aeres University of Applied Sciences

2021/2022

‘Precisielandbouw in de ruwvoerteelt’

AAFW-17



Auteur: Lex (L.J.H) Pijnenburg

Plaats/Datum: Dronten, maandag 4 april 2022

Dier- en Veehouderij Agrarische Ondernemerschap

AAFW-17



Afstudeerdocent: Edward Ensing
e.ensing@aeres.nl

Opdrachtgever: Examencommissie Aeres Hogeschool

Limagrain
Van der Haveweg 2
4411 RB Rilland (Zeeland)

Onderwijsinstelling: Aeres Hogeschool te Dronten
De Drieslag 4
8251 JZ Dronten
088-020 6000
Info.hogeschool.dronten@aeres.nl

E-mailadres: 3027130@aeres.nl

Studentnummer: 3027130

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Voor u ligt het meesterwerk van Lex Pijnenburg. Het opstellen van de afstudeerscriptie maakt onderdeel uit van de afstudeerfase van de opleiding Dier en Veehouderij Agrarische Ondernemerschap aan de Aeres Hogeschool te Dronten. Naar aanleiding van de afstudeerstage bij Limagrain (LG) heb ik voor een afstudeerscriptie gekozen die aansluit bij het onderwerp van de stage. Met de kennis van LG ben ik het werkveld in gegaan, om hier mij verder in te verdiepen.

De literatuurstudie geeft een beeld over precisielandbouw (PL), met in het bijzonder de ruwvoerteelt. Als aanvulling op de literatuurstudie is er een kwalitatief (interview) en kwantitatief (enquête) onderzoek uitgevoerd. Met bevindingen van precisielandbouwgebruikers en beoogde gebruikers is er duidelijkheid verkregen over de adviesbehoeften van gewassentelers. Met dank aan de expertise van precisielandbouw experts zijn ontwikkelingen en kansen in de precisielandbouw besproken. Aan de hand van dit document kan de periferie van de landbouw inspiratie opdoen.

Voor het tot stand komen van de afstudeerscriptie wil ik Edward Ensing (Docent Aeres), afstudeercoach en gesprekspartner, bedanken voor zijn ondersteuning tijdens dit traject. Mede door zijn expertise is het vooronderzoek volledige uitgewerkt en kan de afstudeerscriptie worden uitgevoerd. Bij deze wil ik ook Jan Roothaert (Productiemanager veehouderij, Limagrain (LG)) bedanken voor de kennisgesprekken en zijn ondersteuning bij het vooronderzoek. Mede dankzij hem heb ik kennis kunnen nemen van de ontwikkelingen in de maisteelt. Ook wil ik de geïnterviewde ondernemers en respondenten bedanken voor hen bijdragen.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Goirle, 4 april 2022

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting.....	6
Summary.....	7
Hoofdstuk 1. Inleiding	8
1.1 De landbouw.....	8
1.2 Meer met minder	8
1.3 Efficiënt en duurzaam.....	10
1.4 Precisielandbouw doelen	10
1.5 Theoretisch kader	11
1.5.1 Precisielandbouw	11
1.5.2 Positie en navigatie	14
1.5.3 Sensorgegevens.....	15
1.5.4 Dataverwerking	18
1.5.5 Reactieve handelingen	22
1.5.6 Toepassingen.....	23
1.5.7 Adoptie precisielandbouw in de ruwvoerteelt.....	24
1.5.8 Ontwikkelingen ruwvoerteelt mais	25
1.5.9 Betrouwbaarheid methodiek	26
1.6 Knowledge gap	28
1.7 Hoofdvraag en deelvragen	29
1.8 Doelstelling	29
Hoofdstuk 2. Aanpak (Materiaal en Methode)	30
2.1 Materiaal	30
2.2 Methode	30
2.3 Betrouwbaarheid en validiteit	32
Hoofdstuk 3. Resultaten	33
3.1 Enquête bezoeken	33
3.2 Deelvraag resultaten	34
Hoofdstuk 4. Discussie	46
4.1 De resultaten	46
4.2 Het proces.....	50
4.3 De methode	50
4.3.1 Enquête	50
4.3.2 Interviews	50
Hoofdstuk 5. Conclusie & Aanbevelingen	51
5.1 Conclusie.....	51

5.2	Aanbevelingen	53
Bibliografie		54
Bijlagen		58
Bijlage 1	Enquete maisteler	58
Bijlage 2	Interview expert.....	64
Bijlage 3	Interview precisielandbouw gebruiker	65
Bijlage 4	Checklist schriftelijk rapporteren.....	66

SAMENVATTING

Met enerzijds een wereldwijde stijging in de bevolkingspopulatie en anderzijds een daling in het areaal agrarische cultuurgrond, is het van belang dat de totale voedselproductie stijgt. Met de juiste toepassingen in precisie, kan men op een gezonde, milieuvriendelijke en houdbare manier ‘meer met minder’ produceren. Die precisie kan met behulp van sensorgegevens en de juiste handvatten behaald worden. Centraal in het onderzoek staat de volgende hoofdvraag:

“Welke teeltadviezen op basis van sensorgegevens geven de maisteler de juiste handvatten voor de toepassing van precisielandbouw in de maisteelt?”

Met behulp van de afgenomen enquêtes en interviews, zijn de drie deelvragen en de hoofdvraag beantwoord. Maistelers zijn benaderd om hun behoeften kenbaar te maken aan de hand van het invullen van een enquête. Met de medewerking van precisielandbouw experts zijn de mogelijkheden van het adviseren en de toepassingen besproken. Hierna heeft de auteur precisielandbouw gebruikers benaderd om te achterhalen wat de juiste handvatten zijn om precisielandbouw in de maisteelt toe te passen.

De resultaten van het onderzoek laten blijken dat er geen behoefte is aan een teeltadvies waarbij men precisielandbouw handelingen in de maisteelt kan toepassen. De ondernemers die wel die behoefte hebben, willen de bodem op belangrijke bodemparameters, pH-waarde en organische stofgehalte, op zone-niveau in kaart brengen. Wat betreft tijd specifiek advies, heeft men de behoefte aan een optimaal tijdstip van bespuiting met gewasbeschermingsmiddelen. Wat betreft optimale oogstmoment, kiezen de ondernemers voor een teeladvies dat het droge stofgehalte per hectare in beeld brengt.

Uit de interviews met precisielandbouwexpert blijkt dat er satellietbeelden en/of dronebeelden de goede basis is voor een taakkaart. Met een taakkaart kan een optimalisatie plaatsvinden, maar in de basis valt er nog meer te behalen. De behoefte naar een zone-niveau benadering waarbij het perceel in conditie wordt verbeterd is in te vullen. Precisielandbouw gebruikers geven aan dat deze werkwijze, potentiekaart naar opbrengstkaart, optimalisatie biedt. Hiervoor is het inzetten van bodemscans en taakkaarten een must. Met deze handelingen kan je met een zone-niveau benadering, optimalisatie behalen.

De respondenten hebben behoefte in een melding van een optimale bespuiting tijdstip voor het toedienen van gewasbeschermingsmiddelen. Aan de hand van een taakkaart op basis van dronebeelden is de precisielandbouw toepassing uit te voeren in de maisteelt. Met de kennis van nu zijn er aanbevelingen gedaan aan de doelgroep. De bedrijven in de periferie van precisielandbouw moeten bij het aanbieden van teeltadviezen, zorgen voor een digitale tool waarbij een fysieke adviseur ondersteuning biedt.

SUMMARY

With an increase in the world population on the one hand and a decrease in the area of agricultural cultivated land on the other hand, it is important that the total food production increases. With the right applications in precision, one can produce 'more with less' in a healthy, environmentally friendly and sustainable way. The precision can be achieved by the help of sensor data and the right handles. Central to the research is the following main question:

“Which cultivation advices based on sensor data gives the maize grower the right tools for the application of precision farming in maize cultivation?”

The three sub-questions and the main question were answered with the help of the surveys and interviews. Maize growers were approached to express their needs by taking part in survey. With the collaboration of precision farming experts, the options for advice and applications were discussed. Finally, the author approached precision farming users to find out what the right tools are to applying precision farming in maize cultivation.

The results of the research show that there is no need for cultivation advice in which precision farming actions can be applied in maize cultivation. The entrepreneurs who do have that need want to map the soil on important soil parameters such as pH-value and organic matter, at zone level. With regard to time-specific advice, there is a need for an optimal time of spraying with crop protection products. As regard to optimal harvesting time, the entrepreneurs opt for cultivation advice that shows the dry substance per hectare.

The interviews with precision agriculture experts show that satellite images and/or drone images are the right basis for a task card. Optimization can take place with a task card, but basically there is still more to be attainable. The need for a zone-level approach in which the condition of the farmland can be filled in. Precision farming users indicate that the method of potential map to yield map gives optimization. For this, the use of soil scans and task cards is a must. With these actions you can achieve optimization with a zone level approach.

The respondents would like to have a notification of an optimal spraying time for the application of plant protection products. Precision farming can be applied in maize cultivation with the use of a task map based on drone images. With the current knowledge, recommendations have been made for the target group. When offering cultivation advice, the companies in the periphery of precision farming must provide a digital tool that is supported by a physical advisor.

HOOFDSTUK 1. INLEIDING

In het onderstaande hoofdstuk is de context, het onderwerp en de aanleiding van de afstudeerscriptie 'Precisielandbouw in de ruwvoerteelt' te lezen. Verder wordt de relevantie van het vraagstuk besproken en wie daar zijn voordeel uit kan halen. Met het theoretische kader wordt aangegeven wat er al bekend is, waaruit vervolgens zal blijken wat de knowledge gap is.

1.1 DE LANDBOUW

Twaalfduizend jaar geleden ontstonden in delen van Azië en Midden-Amerika de eerste landbouwgemeenschappen. Men vestigden zich op permanenten locaties waar het voor langer tijd behouden van vruchtbare grond mogelijk was. Voorafgaand leefden jagers-verzamelaars een nomadenbestaan, deze overgang vormde de eerste landbouwrevolutie (Neolithische revolutie) (Weisdorf, 2005). De zogenoemde 'boer¹' bedacht manieren om grond te bewerken om vervolgens voedsel te produceren. Al snel kwam er handel in geproduceerde producten, waardoor men de winter kon overbruggen door het aanleggen van voorraden. De handel werd steeds breder, waardoor een gewas zich met handelsroutes over de hele wereld verspreidt. Na nieuw ontdekte landbouwoppervlaktes hebben Europeanen de eerste suiker, katoen, cacao en tabak plantages aangelegd, deze gewassen zijn uitgegroeid tot mondiale handelsgewassen. In de negentiende eeuw vond een industriële revolutie plaats, ze gebruikte toen paarden, ossen en ezels als trekdieren. De efficiëntie in de landbouw heeft toendertijd grote stappen gezet, de trekdieren werden vervangen voor motoren, die in verschillende productieprocessen werden ingezet.

Zo'n 7.000 tot 5.500 jaar voor Christus vonden in Nederland de eerste landbouwactiviteiten plaats. Ten opzichte van landbouw elders op de wereld vonden deze ontwikkelingen in Nederland pas 5000 jaar later plaats. Door het moeras- en bosgebied en een relatief kleine bevolking heeft Nederland een langzame overgang gekend. De eerste Nederlandse boeren waren gevestigd in het oosten, provincie Drenthe.

De Europese aanhoudende groei in de landbouw werd in 1870 gekenmerkt door de wereldwijde, steeds grotere, variatie in de productie per hectare. Een explosieve groei van steden, een toename van gewasproductie en de introductie van machines zorgden voor een revolutie, de tweede landbouwrevolutie (British_Agricultural_Revolution, 2021). Het ontwikkelingsniveau van een landelijke economie zorgde voor verschillende niveaus van de landbouw productiviteit. De verschillen in niveaus waren het gevolg van de introductie van krachtvoer en kunstmest productie. Ook kwam de coöperatieve marketing in bewegingen (Van Zanden, 1991).

De tot heden laatste landbouwrevolutie, genaamd groene revolutie, vond plaats tussen het jaar 1960 en 1980. Met name de introductie van nieuwe variëteiten (voedselgewassen), vond plaats in de Aziatische landbouw. De Amerikaanse plantbioloog Norman Borlaug zorgde in Mexico voor de introductie van een nieuwe landbouwmethode, hierbij zijn de productie van pesticiden, kunstmest en de verbeterde gewaszaden vergroot. De introductie heeft er voor gezorgd dat meerdere landen zelfvoorzienend konden worden, hierdoor stegen tot driemaal de opbrengsten (Groot, 2020). Gelijktijdig vond de landbouwrevolutie in Europa plaats, deze revolutie ligt ten grondslag aan het ingevoerde Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) in het jaar 1968.

Vandaag de dag is het geheel aan vaardigheden, technieken, methoden en processen fors gegroeid. In de volle breedte wil men een digitalisering voor een duurzame landbouw- en voedselketen en robuuste natuur. Als men naar de eenvoudigste vorm van technologie kijkt is dat het gebruik van werktuigen. Het gebruik van technologieën zoals, robots, veredeling, drones en ICT hebben in de laatste decennia 's ervoor gezorgd dat de landbouwproductiviteit is verhoogd. Deze technologische ontwikkelingen zorgen ervoor dat in de nieuwe revolutie de precisietechnologie centraal staan. Maar ook de urgentie in de ecologie maakt een opmars, de interesse in de bodem en het bodemleven trekt steeds meer landbouwers. Met de digitaliseringstrategie stelt (Schouten, 2021) dat Big Data de landbouw kan verduurzamen. Steeds vaker zal de technologie in dienst staan van de ecologie, aldus (Van Der Weijden, 2019).

1.2 MEER MET MINDER

¹ Boer zelf is van oorsprong hetzelfde woord als buur, dat in het Middelnederlands klein huis of schuur betekende en teruggaat op een werkwoord dat zowel gebruikt kon worden voor het land bewerken (landbouw) als voor het construeren van huizen e.d. (bouw) (Boon, 2019).

Voedsel is een eerste levensbehoefte van ieder mens, hierdoor is de voedselproductie onmisbaar. Om het toekomstige voedselvraagstuk in te vullen, zal de productie moeten worden vergroot, maar wel op een gezonde, milieuvriendelijke en houdbare manier 'meer met minder' (Röös, 2017). Het produceren en consumeren heeft nou eenmaal gevolgen voor de leefomgeving (Hoeksma, 2020). Dat komt ook tot uiting in de wereldwijde broeikasgasemissie, circa 25 procent komt uit de bron voedselproductie (PBL, 2020).

De te verhogen efficiëntie i.c.m. de daling in bruikbare, beschikbare cultuurgrond² zorgt voor een grote opgave. De daling in beschikbare cultuurgrond benadrukt de urgentie van elke m² vruchtbare grond. Het is de taak van ruwvoertelers om de ecologische voetafdruk te verlagen, dit kan door de efficiëntie van grond, water, nutriënten en plantbeschermingsmiddelen (PBM) te verhogen. De overheid stuurt hierin door wet- en regelgeving, richtlijnen en plafonds in te stellen.

Het is bekend wat de samenleving, overheden en talloze projecten voorschrijven: PL heeft de toekomst. Maar wat is precisielandbouw? De term komt steeds vaker voor, doorgaans geldt het voor open teelten waaronder akkerbouw, vollegrondstuinbouw, boomteelt en fruitteelt vallen. Er zijn meerdere definities van PL, de meest gebruikte definitie is: 'Precision farming is doing the right thing, in the right place, at the right time, in the right way' (Blackmore, 2005).

Ondanks dat de toepassing van PL in de ruwvoerteelt nog niet van de grond komt, is de noodzaak wel helder. Er is namelijk een onbenut opbrengstpotentieel (Stevens, 2017). Het verschil tussen werkelijke- en potentiële opbrengst is de yield gap. De totale verliezen liggen gemiddeld (grote variatie) rond de 64% bij gras en 46% bij mais. Produceren zonder verliezen is niet mogelijk, toch valt er qua ondernemerskeuze veel te verbeteren. Met een potentieel productieniveau van 20.000 kilogram droge stof uit mais (46% verliezen) blijft er 10.800 kilogram droge stof (%) over. Voor gras is er een potentieel productieniveau van 15.000 kilogram droge stof (%), met een verlies van 64% blijft er 5.400 kilogram droge stof over. Het economische verlies kan met een prijs van €0,15 per kilo droge stof geraamd worden op €810 per hectare gras en €1620 per hectare mais (Stevens, 2017). Met het economisch verlies wordt bedoeld: De totale kosten van het aankopen van voedergewassen om het verschil tussen werkelijke productieniveau en het potentieel productieniveau (op basis van kilo droge stof) aan te vullen.

² Beteelbare oppervlakte grond (CBS, 2020)

1.3 EFFICIENT EN DUURZAAM

Het gebruik van innovaties in de technologie is voor meerdere doelgroepen effectief. Hiervoor zet men verschillende technologieën in zoals GPS, sensortechnologie, robotisering en ICT. Het gebruik maken van de technologieën geeft de teler meer handvatten om het teeltmanagement te optimaliseren, hiermee stelt het een teler in staat om met een duurzame teelt een hogere opbrengst en kwaliteit te realiseren. Met een heterogene behandeling van een perceel, kunnen de variaties in een perceel effectief benut worden.

De ruwvoerproductie is de basis op een melkveehouderij, de verbeteringen in kostentechnisch, arbeid technisch en kwalitatief opzicht hebben invloed in het resultaat (Stienezen, 2005). De handvaten om deze opbrengsten en kosten te realiseren moeten wel zichtbaar zijn en dus de aandacht krijgen. De ruwvoerteler moet op het juiste moment over de juiste informatie beschikken. Sinds de afschaffing van het melkquotum op 1 april 2015 is de landelijke melkproductie gestegen (CBS, 2015). Sindsdien heeft in de agrosector de schaalvergroting de aandacht gekregen. Kwaliteit schiet hier vaak aan voorbij, hierdoor is het relevant voor bedrijven om zich in de nieuwe technologieën te verdiepen.

De verdieping kan gezocht worden in een samenwerking met collega's waarbij kennis op doen prioriteit heeft. PL kan de verbintenis zijn tussen de samenwerking van ondernemer, loonwerker en veredelaar. Zij kunnen elkaar versterken, doordat de ondernemer data beschikbaar steelt. Een veredelaar zorgt voor een optimale teelthandeling moment, waarna de loonwerker zijn werktuigen en middelen accuraat kan inzetten. Een efficiënte en duurzame teelt kan behaald worden met het toepassen van PL, met een gestaagde bevolkingsgroei en de vraag naar voedsel is dit een kans voor PL.

Het onderzoek is met name relevant voor periferie bedrijven die graag een ruwvoerteler handvatten geeft om zijn teelt te optimaliseren. Na het lezen van dit onderzoek kunnen zij anticiperen op de behoefte van de teler.

1.4 PRECISIELANDBOUW DOELEN

De kennisoverdracht over toekomstige toepassingen van PL is voor bestaande en/of beoogde gebruikers interessante materie. In dit document wordt specifiek gesproken over de ruwvoertelers die hun eigen ruwvoer benutten. Zij telen voedergewassen die indirect bij de consument terecht komen, de urgentie om ook vlees- en zuivelproducten een lagere footprint te geven is bekend. Hierdoor is het raadzaam om het gebruik van PL, in de ruwvoerteelt, te stimuleren.

Met het uitvoeren van PL zijn doelen als een verhoogde voedselkwaliteit, transparantie in de keten, voedselveiligheid, behoud van milieu- en natuurwaarden te verbeteren, waardoor men nationale beleidsdoelen kan realiseren.

1.5 THEORETISCH KADER

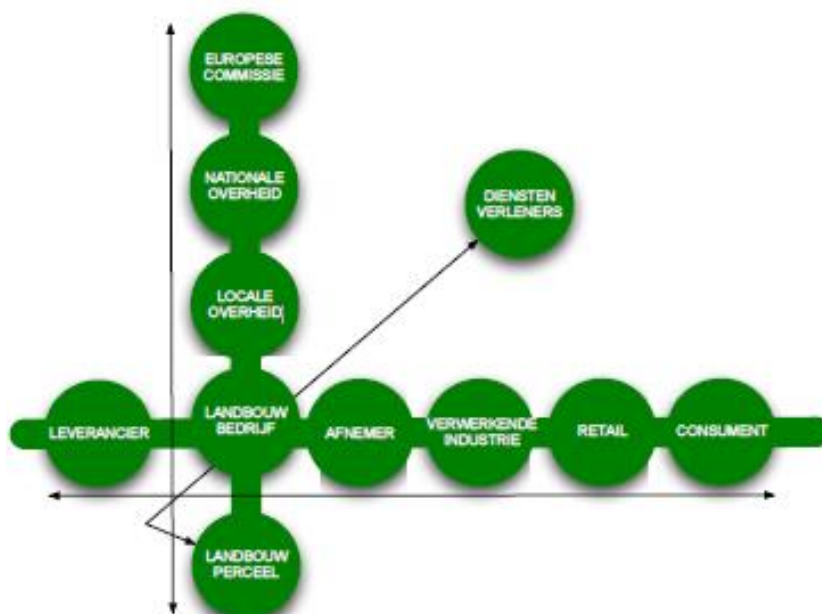
Het theoretisch kader leidt tot een knowledge gap, waaruit de hoofdvraag- logischerwijs- volgt. In het theoretisch kader richt men zich op het duiden van begrippen, het bespreken van ontwikkelingen en het verstrekken van achtergrond informatie.

1.5.1 PRECISIELANDBOUW

Voor het begrip PL zijn meerder definities geformuleerd. Onderzoeksbureau Wageningen University & Research (WUR) gebruikt de volgende definitie van PL: “Bij precisielandbouw krijgen planten (of dieren) met behulp van technologie, heel nauwkeurig die behandeling die ze nodig hebben. Hiervoor worden verschillende technologieën ingezet zoals GPS, sensortechnologie, ICT en robotisering. Techniek kan helpen bij strategische besluiten op bedrijfsniveau, maar ook bij operationele handelingen op plantniveau. Zo kan de productie geoptimaliseerd worden en werken we aan een duurzamere teelt. Het grote verschil met klassieke landbouw is dat daar per veld bepaald wordt wat er moet gebeuren, terwijl bij PL dit per vierkante meter of per plant bepaald wordt” (wur, 2022).

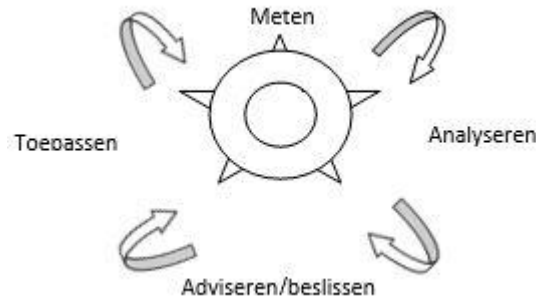
Men spreekt hierbij ook wel over de ‘akkerbouwmatige’ benadering, die akkerbouwers vaak hanteren. Als een veehouderij aan precisielandbouw werkt, bedoelt men een andere definitie. De definitie is Smart Farming (SF), dit heeft betrekking op het verzorgen van vee. Hierbij is de definitie van PL ook betekenisvol. Definitie: ‘Bij Smart Farming krijgen dieren met behulp van technologie, heel nauwkeurig die behandeling die ze nodig hebben’.

Landbouw bedrijven staan op een kruispunt van twee informatieketens. De x-as (figuur 1) bevat de voedselketen, waarin alle sectorpartijen zich bevinden. Leveranciers van productiemiddelen staan aan het begin van de keten. Zij vormen een keten waarin veel informatie tot hen komt. De y-as bevat de overheden die steun bieden en regels vormen. In deze keten ontstaat steeds meer vrijkomende informatie, waar de periferie van de landbouw zijn voordeel uit haalt. Hierbij kan wel gesteld worden dat de landbouwbedrijven echte data-producenten zijn. De dienstenverleners (figuur 1) zorgen voor een nieuwe schakel, waarin zijn een digitale dienst leveren. De gegevens die vrij komen uit de ingezette machines en software op een bedrijf is een bron van informatie voor deze schakels (Van der Wal, 2017).



Figuur 1 Schema van kruispunt positie landbouwbedrijf (Van der Wal, 2017)

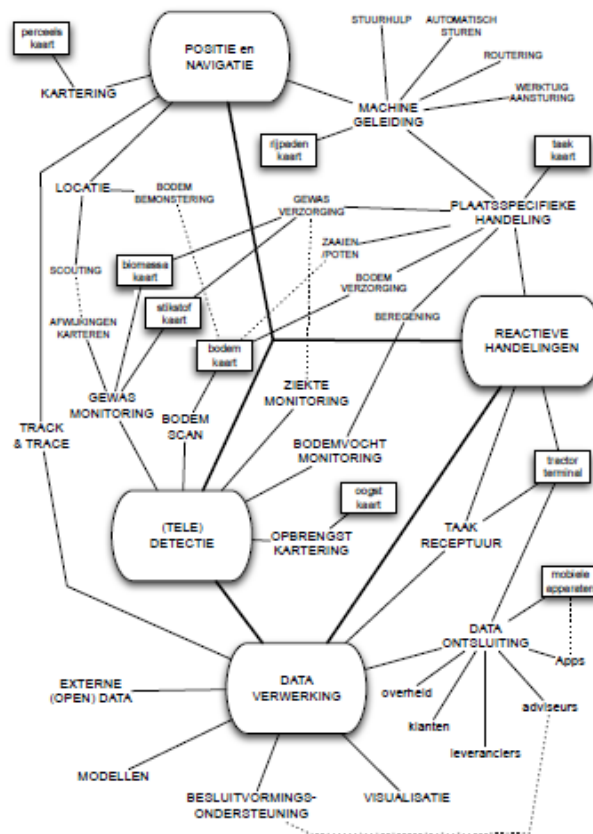
PL draait om het succes van een managementcyclus. Deze cyclus bestaat uit: meten, analyseren, beslissen en toepassen (Van der Wal, 2017). De meetgegevens die beschikbaar komen zijn importgegevens voor de aanstaande teelt. Elke stap in de cyclus representeert een partij met haar rol. De stap analyseren en beslissen is hetgeen wat de toepassen van PL moeilijk maakt. Uit analyses komt vaak naar voren dat op een perceel geen homogeniteit aanwezig is. “Deze verschillen moeten we tenminste begrijpen en kunnen vertalen in maatwerk voor teeltmaatregelen” (Bouma, 1997).



Figuur 2 Managementcyclus Precisielandbouw (Lex)

Uit bovenstaand figuur blijkt dat er vele aspecten bij PL aan de orde zijn. Men spreekt over plaats afhankelijke variatie in opbrengst van gewassen en de ter plaatse waargenomen bodemkarakteristieken. De tijdsafhankelijke variatie kent ook zijn urgentie, dat is al aan de orde gesteld in (Booij, 1997). Met de tijdsafhankelijke variatie bedoelt men de verschillen in tijdstip van behandeling. Er kan worden ingespeeld op de variatie in bladstadium, waardoor er geen overbesteding wordt veroorzaakt. Maar ook het tijdstip van een bladbespuiting met een nutriënt/mineraal.

De vier delen van PL technologieën zijn: Positie en navigatie, detectie, dataverwerking en reactieve handelingen. Deze begrippen komen later in het document weer aan de orde. In figuur 3 een schematisch weergave van de 4 delen. Een bekend voorbeeld van positie en navigatie is het gebruik maken van plaatsbepalende technologieën d.m.v. Global Navigation Satellite System (GNSS).



Figuur 3 Weergave van de samenhang van PL technieken (Van der Wal, 2017)

De detectie vindt plaats door remote sensing (RS) en near sensing (NS). De informatie die daarbij wordt gewonnen wordt verwerkt tot data, waarna een model jou de keuzes voorlegt. De uiteindelijke handeling (reactieve handeling) zijn de plaats specifieke werkzaamheden op het perceel. In combinatie met GNSS en een taakkaart kan op de juiste plek de juiste toepassing plaatsvinden.

1.5.2 POSITIE EN NAVIGATIE

De satellietnavigatie is een systeem van meerder satellieten, die zorgen voor autonome Geo-ruimtelijke plaatsbepaling. Deze plaatsbepaling (positie) komt tot stand met behulp van tijdsignalen (breedte, lengte en hoogte), die door satellieten worden uitgezonden. Dit is een belangrijk onderdeel voor het plaats specifiek toepassen van teelthandelingen.

DE BRON

Het mondiale systeem van satellieten noemt met Global Navigation Satellite System (GNSS). In tabel 1 staan de merknamen van bruikbare GNSS-systemen.

Tabel 1 Global Navigation Satellite System (GNSS) op 1 januari 2022 (Wat is GNSS, 2021)

Naam	Land	Aantal satellieten	Status
GPS (Global Positioning system)	Amerika	27	Online
GLONASS	Rusland	24	Online
BEIDOU	China	35	Online
GALILEO	Europa	26	Online

HET GEBRUIK

Het voertuig waarmee je een teelthandeling wilt uitvoeren moet uitgerust zijn met een antenne (ontvanger), dat een locatie signaal kan ontvangen. In combinatie met een hyper spectraal beeld op een taakkaart, ken men de juiste locatie op de kaart valideren met de letterlijke locatie waar je je bevindt. Deze positie op de aarde wordt aan de hand van een radiosignaal tussen de satelliet en de ontvanger gemeten, hierbij is de tijdsduur belangrijk. Deze positiebepaling maakt gebruik van drie satellieten, bij een hoogtebepaling is een vierde satelliet nodig. Voor zeer nauwkeurige positiebepaling is ook een correctiesignaal vereist.

KWALITEIT

Elke GNSS-systeem heeft zijn eigen nauwkeurigheid, wat verband heeft met de aantal beschikbare satellieten. In het geval van GPS kan er gestuurd worden met een minimale afwijking van 5 centimeter en maximaal een afwijking van 10 meter. Een nauwkeurigheid van 5 centimeter is bij PL een vereiste, alleen dan kan een opbrengst geoptimaliseerd worden.

De prestaties van een GNSS-systeem worden aan de hand van vier criteria beoordeeld (Euspa, 2021):

1. Nauwkeurigheid, Het verschil tussen de werkelijke en gemeten positie, tijd of snelheid van een ontvanger
2. Integriteit, het vermogen van een systeem dat een vertrouwensdrempel kan geven en bij een overschrijding ook een alarm kan geven.
3. Continuïteit, het vermogen van een systeem om zonder onderbreking te functioneren
4. Beschikbaarheid, het percentage dat een signaal voldoet aan de bovenstaande criteria voor nauwkeurigheid, integriteit en continuïteit.

Om de prestaties in nauwkeurigheid en betrouwbaarheid te verhogen kan de European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) signaalmeetfouten corrigeren (Euspa, 2021).

1.5.3 SENSORGEGEVENS

Eén van de vele bronnen voor het in kaart brengen van de aarde, zijn aardobservatiesystemen. Deze systemen zijn uitgerust met sensoren die door middel van instrumenten, indirect informatie opnemen. Hierdoor maakt de sensor dus niet direct contact met de bron. Met het gebruik van sensoren die een fysieke waarneming waarnemen kun je de volgende variabele verkrijgen: kracht, helling, druk, verplaatsing, temperatuur, acceleratie, rek en trillingen. Een sensor is vaak een onderdeel van een systeem, het levert een tal van relevante informatie op. Met behulp van deze sensoren kunnen alle mogelijke frequenties van elektromagnetische straling worden opgenomen.

REMOTE SENSING

De bron waarbij geen rechtstreeks contact gemaakt wordt noemt men remote sensing (RS). Hierbij verzamelt men aardoppervlakgegevens op een lange afstand, dat is een vorm van aardobservatie. Dit geldt zowel voor de bodem als voor wateren.

DE BRON

Doormiddel van de volgende aardobservatiesystemen: satellieten, luchtballonnen en Unmanned Aerial Vehicle of drones (UVS's) is de RS waarneembaar. Bij het gebruik van deze systemen maakt men gebruik van optische, radar, thermische en Light Detection And Ranging (Lidar) sensoren. De optische en thermische sensoren hebben een passieve werking, hierbij meten zij straling van een externe bron. Hieronder valt warmte uitstraling en zonlicht. Een satelliet maakt gebruik van de passieve werking. Onder de actieve vorm valt de Radar en Lidar sensoren, zij meten van hun eigen stralingsbron, de hoeveelheid reflecterende straling. Hierbij is de kanttekening dat de Nederlandse lucht voor 80% van de tijd bewolkt is, dit maakt de beelden onbruikbaar. Een drone maakt gebruik van de actieve vorm, zij kunnen door bewolking heen kijken en zijn niet afhankelijk van daglicht.

In tabel 2 staat een overzicht van sensortypen vanuit drones en satellieten, met de mogelijke toepassingen. De golflengte is ook weer gegeven, dit wordt later vertaalt naar praktijk.

Tabel 2 Sensor type (Hoving, (2015))

Passieve/actieve vorm	Sensor type	Meetprincipe	Golflengte	Landbouwtoepassingen
Passieve	Optisch	Gereflecteerd zonlicht	0.4-2 μm	Biomassa en gewasclassificatie
	Thermisch	Warmte straling van de aarde	8-12 μm	Verdamping
Actieve	Radar	Backscatter en hoek van door sensor uitgezonden radargolven	2-30 μm	Bodemvocht, gewasstructuur, biomassa en gewasclassificatie
	Light Detection And Ranging (Lidar)	Afstand en tijd van terugkaatsing van door sensor uitgezonden laserlicht	0.6-1 μm	Maaiveldhoogte, gewashoogte en biomassa.

Voor Nederlandse gebruikers zijn de satellietdata toegankelijk op het satelliet dataportaal van het Netherlands Space Office. Deze organisatie verzorgt gratis toegang tot satellietdata van Nederland. De Nederlandse overheid heeft hier voor geld ter beschikking gesteld om gegevens voor, PL, bodemdeformaties en algenmonitoring te verkrijgen. Met de data is het mogelijk de variatie van de gewasstand binnen een perceel inzichtelijk te krijgen. Vaak zijn de beelden niet direct bruikbaar, zij dienen eerst gecorrigeerd te worden door een derde partij, die vervolgens daar een dienst bij aanbiedt. Op die manier zijn beelden praktische te benaderen. Het komt steeds vaker voor dat men gebruik maakt van de actieve vormen: Radar en Lidar, hierbij heeft men het voordeel dat eventuele bewolking geen belemmering geeft voor het beeldresultaat.

De kwaliteit van RS is afhankelijk van een aantal aspecten: temporele, ruimtelijke, spectrale en radiometrische resolutie. De temporele resolutie is afhankelijk van de frequentie van de herhaalde metingen, hoe vaak passeert een satelliet zich over een exact hetzelfde gebied. Een frequentie van 3 maal per week geeft een hogere betrouwbaarheid dan 1 maal per maand. De ruimtelijke resolutie is belangrijk voor de nauwkeurigheid, bij een satelliet heeft men een ruimtelijke resolutie van 5 meter of kleiner, voor een drone geldt de norm 5 centimeter. Hoe hoger de resolutie van het beeldelement, des te meer pixels zijn er aanwezig, en kunnen variaties in percelen beter worden gedetecteerd. De temporele en ruimtelijke resoluties werken elkaar vaak tegen, hierdoor heeft een satelliet met een hoge ruimtelijke resolutie vaak een lage temporele resolutie. Wanneer men een elektromagnetische straling uitzendt, krijgt men verschillende intensiteit (spectrale) in verschillende golflengtes (radiometrische) terug, dit komt door de verschillende oppervlaktes zoals bodem, water of vegetatie. Deze waarden zijn onderdeel van de spectrale en radiometrische resolutie (Simons & Droogers, 2016-17).

NEAR SENSING

Sensoren die nabij het gewas of bodem waarnemingen waarneemt noemt men near sensing (NS). In dit geval heeft men actieve sensoren, met een eigen lichtbron en passieve sensoren, zonder eigen lichtbron.

DE BRON

Voor het verkrijgen van aardobservatie gegevens, is het gebruik van de near sensing/close sensing sensor een mogelijkheid. Met deze techniek verkrijgt men ook oppervlaktegegevens van een perceel. Het verschil met RS is de afstand waarop de meting plaatsvindt. near sensing vindt plaats door technieken op of tot 1 meter boven het maaiveld. Men maakt onderscheidt in vlakdekkende- en puntmetingen. In het geval van vlakdekkende metingen is er een mogelijkheid tot Electromagnetic Induction (EMI) of electrical conductivity (EC). Onder puntmetingen vallen de mobiele of stationaire sensoren, die een betreffende locatie en bodemzone in beeld brengt.

HET GEBRUIK

Een bodemscan valt onder een vlakdekkende meting, hiermee wordt de samenstelling van een bodem inzichtelijk gemaakt. Bij een EMI meting maakt men gebruik van een voertuig dat een zendspoel vlak boven het bodemoppervlak beweegt. Deze niet invasieve methode zorgt voor een elektromagnetisch kring boven het oppervlak, waardoor er in de bodem een tweede elektromagnetische kring ontstaat. De spoel neemt de verschillen waar, die ontstaan door bodemeigenschappen. De grootte geeft de maat voor de elektrische geleidbaarheid. De EC meting maakt gebruik van een invasieve meetmethode, waarbij er elektroden door de grond worden getrokken. Met een mobiele of stationaire sensor kan een puntmeting worden gemaakt. Een stationaire sensor is gebruikelijk bij een gewas dat niet veel bewerkingen ondergaat. Een mobiele sensor is vaak een handgereedschap (Corwin, 2003).

KWALITEIT SENSOR

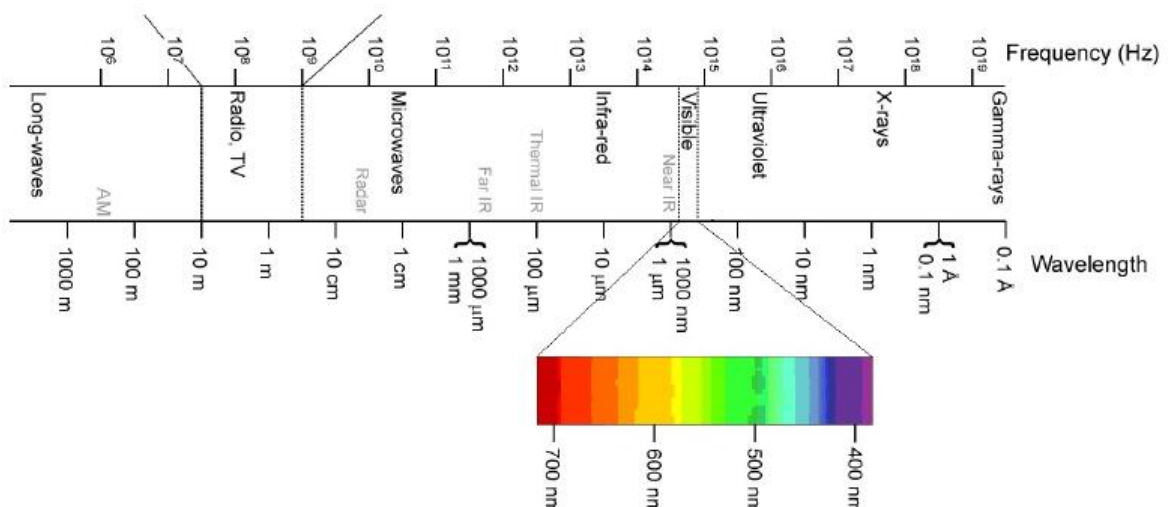
De kwaliteit van de remote sensing is afhankelijk van de methode. Bij het gebruik van een EMI, is het aan te raden om in een vroeg stadium (voorjaar) de bodem te bezoeken, een vegetatie kan namelijk onbetrouwbare cijfers opleveren. Voor de methode EC is het verstandig op een vochtig perceel te scannen, anders klopt de relatie tussen de EC metingen en bodemtextuur niet. Bij een puntmeting gaat men ervanuit dat de bemonsterde metingen een gemiddelde afspiegeling is van het totale perceel. Een puntmeting is in vergelijking met een vlakdekkende meting, onnauwkeurig (Hoving I. E., (2015)).

1.5.4 DATAVERWERKING

Met behulp van sensoren op verschillende niveaus (Remote en Near) zijn er waarnemingen vernomen. Deze waarnemingen komen tot stand door elektromagnetische straling. Hierdoor heeft men een beeld van een perceel. Vervolgens is het analyseren en visualiseren aan de orde, dit levert informatie op basis waarvan management beslissingen kunnen worden genomen.

DE BRON

Aan de hand van de reflectie van een gewas of bodem kan een schatting worden gegeven over de gezondheid en groei van een gewas of bodem. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de lichtreflectie in relatie tot de golflengte van dat licht. In de onderstaande figuur is het elektromagnetisch spectrum zichtbaar. Het spectrum is een verzameling van de alle mogelijke frequenties van de elektromagnetische straling (Elektromagnetisch spectrum, 2021). Het zichtbare deel waaronder Visible Light (VIS) valt, kan een mens met het oog waarnemen. Het golflengtegebied is hierbij tussen de 308 en 740 nanometer (Nm).



Figuur 4 Elektromagnetisch spectrum (Elektromagnetisch spectrum, 2021).

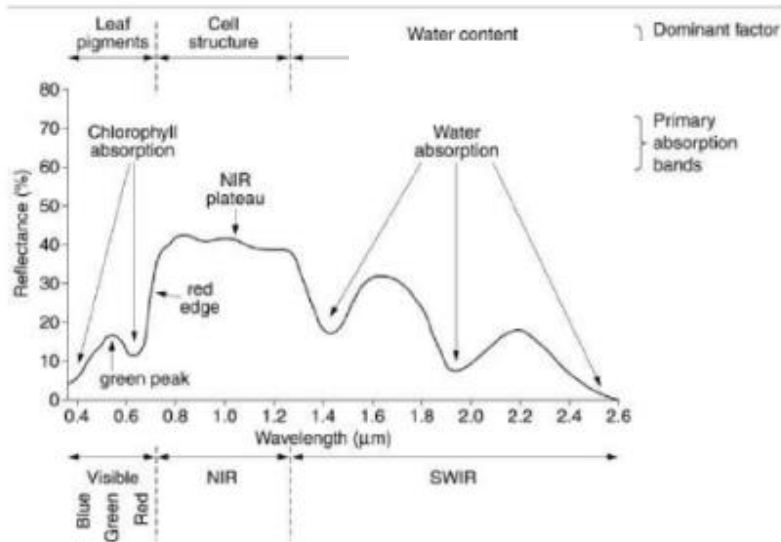
Uitleg elektromagnetisch spectrum:

Visible (plantgezondheid)

Het inkomende zonlicht wat in contact komt met een gewas of bodem wordt geabsorbeerd, gereflecteerd, of getransmitteerd, dit is afhankelijk van object eigenschappen. In het golflengtegebied 308 en 740 Nm (zichtbare gedeelte) is de reflectie van het licht relatief laag, dat houdt in dat het licht voor een groot deel geabsorbeerd (opgenomen) wordt. De plant gebruikt de kleurstoffen chlorofyl om zonlicht te absorberen waardoor de fotosynthese in gang wordt gezet. De kleurstoffen die aanwezig zijn in de plant worden geabsorbeerd, groen ontbreekt waardoor deze wordt teruggekaatst, door deze reflectie ziet een plant groen.

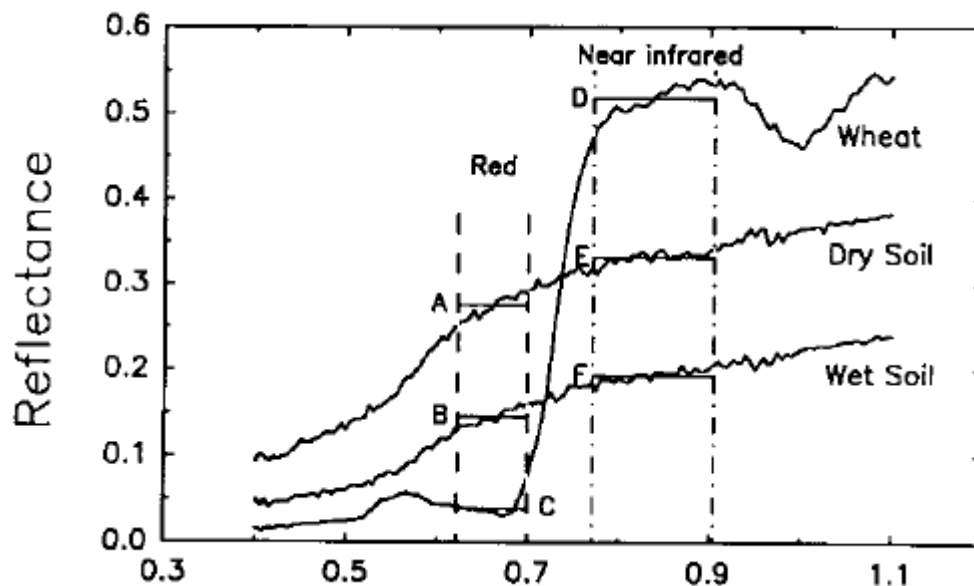
Near IR (Vegetatiedek, celstructuur en ontwikkeling)

Na het gedeelte van Visible 308-740 Nm komt vanaf >700 Nm de straling infrarood. Op figuur 5 is te zien dat de reflectie bij Near IR stijgt naar 40%. Het licht wordt meer gereflecteerd dan de voorafgaande golflengte (μm). Tegelijkertijd daalt wel de absorptie van lichtdeeltjes door chlorofyl, dit wordt veroorzaakt door de veranderde celstructuur in het gewasblad. Hieruit kan dus blijken hoeveel bladlagen een plant bevat.



Figuur 5 Gewasreflectie van licht in relatie tot golflengte (Ros, 2012)

Het is een gegeven dat de reflectiepatronen van een bodem of gewas van elkaar verschilt. Bij een toename van reflectie bij een bodem, zal de golflengte geleidelijk toenemen (figuur 6, dry and wet soil). De reflectie van een gewas (figuur 6, wheat) laat vanaf 700 Nm een kenmerkende sprong zien, hiermee is het verschil tussen het gewas en de bodem bekend. Dit onderscheid maken is dus praktisch mogelijk.



Figuur 6 Reflectie van gewas en bodem (Holzapfel, 2009)

Doordat een bodem veel meer reflecteert, kan er ook onderscheidt worden gemaakt tussen natte en droge gronden. Hoe hoger het wateraandeel in het object, hoe minder het object licht zal reflecteren. Een droge bodem heeft hierdoor een hogere reflectie (figuur 6).

HET GEBRUIK

Met het gebruik van indexformules en indexcijfers zijn flinke variaties in reflecties vanuit de bodem of plant te verminderen. Met het toepassen van formules na een elektromagnetische straling, is een sensor gevoeliger voor variaties waardoor de waarneming van gewaseigenschappen concreter zijn. Men maakt onderscheidt tussen ratio, orthogonale en hybride gewasindexen. De ratio gewasindexen komen voort uit de gemeten reflectie vanuit de bron breedband sensoren. Voor de achtergrond achter indexen, hierna een opsomming van de meest voorkomende.

Ratio index: Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Dit indexcijfer zegt iets over de hoeveelheid biomassa en fotosyntheseactiviteit van een gewas. Hierbij gaat men ervan uit dat een vegetatie gebruik maakt van het zichtbare licht voor zijn fotosynthese. Dit betekent dat er reflectie plaats vindt. Daarentegen zal de plant geen Nabij-infrarood gebruiken, waardoor dit licht wel wordt gereflecteerd. Door onderscheidt te maken in het zichtbare en nabij-infrarood licht vindt er een correctie plaats in het indexcijfer. Na het invullen van de formule:

$$(R_{NIR} - R_{red}) / (R_{NIR} + R_{red})$$

Figuur 7 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Wikipedia, 2021)

Varieert de waarde tussen de -1 en de 1, waarbij waardes vanaf + 0,2 duiden op levende vegetatie.

Orthogonale index: Weighted Difference Vegetation (WDVI)

De orthogonale gewasindexen zijn geïntroduceerd om de achtergrondreflectie verder te verminderen. Hierdoor ontstaat er een betrouwbaarder plantsignaal waardoor er beter geanticipeerd kan worden. De gangbare orthogonale gewasindex is de Weighted Difference Vegetation Index (WDVI). Door een voller gewas kan de NDVI de absorptie van chlorofyl vaak niet meer onderscheiden van veranderingen in de biomassa. Voor de WDVI is dit minder het geval, omdat het verschil tussen bodem en groenblad bekend is. Een verzadiging van een gewas kan hierdoor herkend worden. Formule WDVI:

$$\frac{R_{NIR} - C * R_{red}}{C = 2 \text{ (soil factor)}}$$

Figuur 8 Formule Weighted Difference Vegetation Index (WDVI)

Hybride index: Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)

Met Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) heeft (Huete, 1988) een vegetatie-index ontwikkeld die de invloeden van de bodemhelderheid minimaliseert, aan de hand van rode en nabij-infrarood (NIR) golflengten. Met behulp van de bodemhelderheidscorrectiefactor in de formule, zijn de variaties in de bodem geëlimineerd. Vaak is de index een uitkomst in droge gebieden waar de vegetatieve dekking laag is. De SAVI is een verbetering van de NDVI-index.

$$SAVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{RED}) * (1 + L)}{\rho_{NIR} + \rho_{RED} + L}$$

Figuur 9 Formule Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI).

De index geeft waarden tussen de -1 en 1 weer.

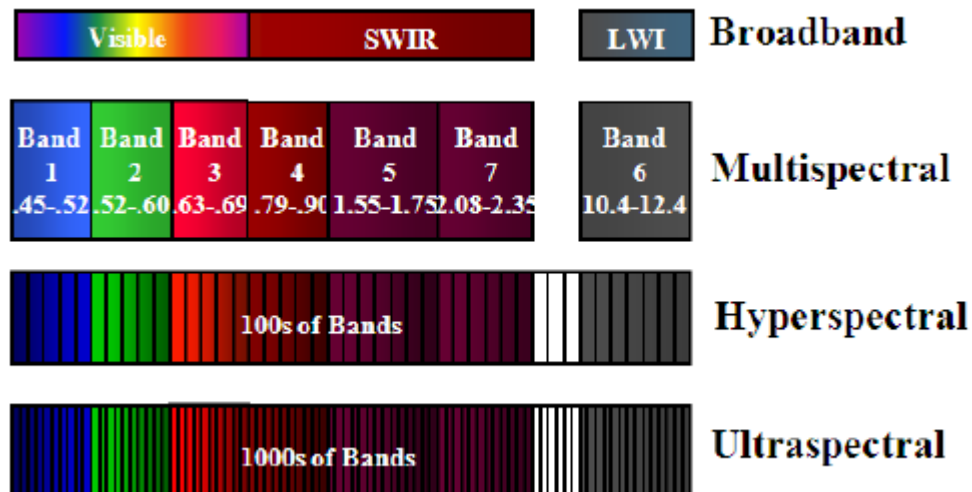
Op basis van de meetwaarden kan de variatie in het perceel op beeld verkregen worden.

Voor het bepalen van de toestand van een gewas, is een hyper spectraal beeld een van de meest betrouwbare en krachtige beeldverwerkingsmethoden. Bij een hyper spectraal beeld bevat elke pixel een reeks aan waarden die corresponderen met de reflectie, de emissie of de transmissie van straling bij een bepaalde golflengte (Kempenaar C. D., 2018).

De gewasindexen worden omgezet in parameters op een beeld. Hierdoor kan de data praktisch worden geïnterpreteerd.

KWALITEIT DATA

De elektromagnetische stralingen vinden op verschillende niveaus plaats, waardoor de waarnemingen niet allemaal een gelijkwaardige nauwkeurigheid of informatiedichtheid verstrekken. Elke sensor bevat een of meerder banden, hoe meer banden, hoe meer indexen er mee berekend kunnen worden (Ros, 2012). In figuur 7 staan de bekende banden waarmee gewasreflectie kan worden gemeten. Een Broadband heeft in vergelijking met Ultraspectral een lage nauwkeurigheid en informatiedichtheid, door gebruik te maken van meerdere banden kan een sensor zijn kwaliteit wel verhogen.



Figuur 10 Overzicht van banden voor gewasreflectie (Ros, 2012)

De kwaliteit van geïntroduceerde gewasindexen is door ontwikkelingen verhoogd, vaak levert een correctie de juiste informatie op. Het is ingewikkeld om bestaande indexen voor elk gewas te gebruiken, althans als je betrouwbare informatie wil winnen. De meest bekende index NDVI, is gevoelig voor variatie in de bodemreflectie en voor verzadiging. Hierdoor wordt in de praktijk dikwijls voor de WDWI gekozen. Zoals al eerder aangegeven heeft elk indexcijfer zijn nadelen, zo ook de WDI met betrekking op variatie in vochtgehalte.

1.5.5 REACTIEVE HANDELINGEN

In vele sectoren wordt gebruik gemaakt van modellen, ook in de agrosector. De transitie naar PL heeft voor een toenemende mate het gebruik van modellen vergroot. Met de kennis van gewassengenetica kan een model een advies uitgeven, deze genetica is door jarenlange metingen bekend bij veredelaars. Deze modellen worden gebruikt voor groei- en opbrengstvoorspellingen en analyses. Dit is import voor verdere onderzoeken en de doorvertaling naar een praktisch advies voor tijds specifieke teelthandelingen. Onder modellen verstaat men ook Beslissings- Ondersteunende Systemen (BOS) en algoritmes.

DE BRON

Het tot stand komen van een opbrengst is afhankelijk van factoren. Hierdoor is het complex om waargenomen verschillen te correleren met parameters verkregen uit gewas- en bodemindexen. Met behulp van simulatie modellen van gewas- en bodemprocessen zijn er op zeker hoogte verschillen te verklaren. De bestaande modellen vragen wel om veel input in de vorm van informatie, hierbij kan elektromagnetische straling een uitkomst zijn. Een mogelijk vorm van input is meteo-data waarin informatie over wind, luchtdruk, vochtigheid en temperatuur wordt gewonnen. In het rapport Op naar PrecisieLandbouw 2.0 van (Kempenaar C. v.-D., Wageningen) zijn op grond van perceelkarakteristieken en Informatie- en communicatietechnologie (ICT), inschattingen gemaakt over opbrengstpotentie. De combinatie van reflectiemetingen, fysieke metingen en basale³ groeidata gaven een modelmatige groeivoorspelling. De verwerking van de input wordt hieronder beschreven.

HET GEBRUIK

Voorafgaand aan een werkgang op het perceel moet de gewastoestand worden gemonitord. Zoals al eerder benoemd kan dit door middel van sensoren. De gewenste gewastoestand in de modellen is vergelijkingsmateriaal met de werkelijk gewastoestand. Op basis van deze gegevens kan er een prognose worden samengesteld. Deze prognose baseert zich op het meest waarschijnlijk weersomstandigheden. Uiteindelijk kan een directe handeling de teelt verbeteren, hiervoor is wel een combinatie van informatie verwerking, waarnemingstechnieken en toedieningstechnieken vereist (Booij, 1997). De modellen zijn geschikt voor onkruidbestrijding, mest toedienen, beregenen en ziektebestrijding. Maar wat is hiervan de kwaliteit?

KWALITEIT

Met het gebruikmaken van sensorbanden en indexcijfers als input voor een model, kan de nauwkeurigheid van modellen worden verhoogd. Het model kan onderdeel zijn van een operationeel adviesstelsel dat ruwvoertelers helpt om ruwvoer kwaliteit en -opbrengst op minimaal perceel niveau te optimaliseren. Hierbij is het belangrijk dat op variatie binnen percelen goed wordt aangesloten, waardoor men milieuwinst, opbrengst en kwaliteit realiseert. Variatie in grondsoorten, zorgt vaak voor zichtbare verschillen. Aan een bodem worden eigenschappen toegekend, tezamen bepalen deze eigenschappen uiteindelijk de opbrengstpotentie van een perceel. Tenslotte, een NS meting met handgereedschap verbetert de voorspelling van groei modellen aanzienlijk (Kempenaar C. v.-D., Wageningen)

³ Paraplubegrip voor oogst dag, aantal groeidagen en het bemestingsniveau voor stikstof (Hoving I. E., 2019)

1.5.6 TOEPASSINGEN

Naast modellen die je handvatten aanreiken om de juiste actie, op de juiste plek, op het perfecte tijdstip, uit te voeren. Bestaat er ook importdata die in samenwerking met satellietnavigatie vertelt op welke locatie je plaats specifiek winst kunt behalen. Het is de vertaling van data naar toepassing met de juiste giften. De daadwerkelijke toepassing van een gift i.c.m. een navigatiesysteem noemt men precisielandbouw.

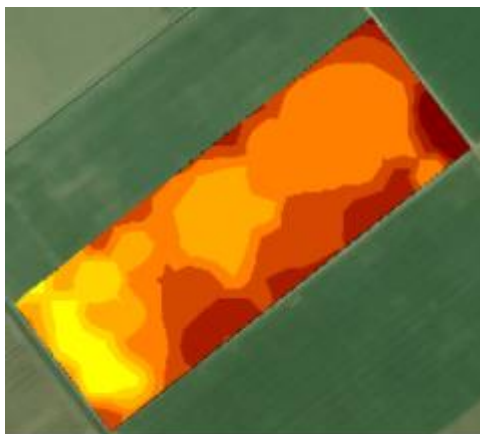
DE BRON

Met data uit sensoren kan een taakkaart worden samengesteld. Deze taakkaart kan aan de hand van een virtual terminal worden ingeladen. De volgende toepassingen zijn hierbij mogelijk:

- ✓ Grondbewerking
- ✓ Zaaien, poten en planten
- ✓ Bemesting
- ✓ Gewasbescherming
- ✓ Drainage/Beregening
- ✓ Egalisatie

HET GEBRUIK

Men heeft keuze uit twee universele bestandsformaten, als import voor de taakkaart. De data bestaan uit geografie-informatie, waardoor een unieke geografische locatie in de vorm van een polygoon⁴, verbonden is met de bekende informatie. De ontwikkelaar van Geografische Informatiesystem (GIS), Esri introduceerde in de jaren negentig de bestandsformat Shapefile. Een bestand, bestaand uit minimaal 3 bronnen, flexibel qua grootte met polygonen. De 2^{de} keuze is de bestandsformat Isoxml, dit bestand bestaat maar uit één bron. Met het uploaden van de taakkaarten in de desbetreffende machine, kan de taakkaart worden gebruikt. Op deze manier kunnen de toepassingen heterogeen worden uitgevoerd, waardoor men kosten bespaart, opbrengsten verhoogd en het milieu minder belast. Toepassingen voor bodemverbetering komt ook voor, hierbij is bekalken of compost strooien een optie.



Figuur 12 Shapefile (Taakkaart, 2022)



Figuur 11 Isoxml (Taakkaart, 2022)

⁴ Een polygoon is een aaneengesloten stelsel lijnsegmenten die samen een plat vlak omsluiten. Met het woord polygoon wordt ook een vlak binnen deze lijnstukken aangeduid, of de combinatie van de lijnstukken in een vlak (Ensie, 2017).

KWALITEIT

Voor een betrouwbare taakkaart is de basis essentieel. Een kaart in de vorm van een opbrengstmeting, bodemscan en/of RS en NS sensoren geeft een goede basis. Met de juiste parameters achter de hiervoor genoemde basis, is een taakkaart gereed voor gebruik.

1.5.7 ADOPTIE PRECISIELANDBOUW IN DE RUWVOERTEELT

Volgens Boom (2017) is PL, en daarmee ook bodembeheer een ondergeschoven kindje in de ruwvoerteelt. De precisie die bij akkerbouwers bekend is, ontbreekt bij de ruwvoertelers. In het artikel van (Feenstra, Jelle, 2018) in de veeteelt, stelt men dat er bepaalde criteria zijn waarvan een adoptie afhangt. 'Boeren kijken in eerste instantie of iets winstgevend is'. De winstgevendheid moet in een kort periode zichtbaar zijn, dat is niet altijd haalbaar bij gewasteelten. Bij een combinatie van winstgevendheid, duurzaamheid en gebruiksgemak, worden ruwvoertelers enthousiast. Door de onbekende winstgevendheid is de stap naar aanschaf groot.

Doordat de marges in ruwvoerteelten lager zijn dan bij akkerbouwteelten, zijn de middelen om hierin te investeren minimaal. In tabel 3 zijn de saldo's per gewas weergegeven, hierbij ziet men dat je met een gras en mais teelt aanmerkelijk een lager saldo genereert.

Tabel 3 Gemiddelde saldobedragen voeder gewassen BIN bedrijven van het jaar 2018, 2019 en 2020 (WUR, 2018-2019-2020)

	Tarwe	Gerst	Pootaard appelen	Suikerbiet en	Zaaiuien	Gras ⁵	Mais ⁶
Saldo	€ 3.311	€ 2.055	€ 4.885	€ 2.034	€ 6.279	€ 300	€ 676

De saldobedragen van tarwe, gerst, pootaardappelen, suikerbieten en zaaiuien zijn een gemiddelde van Het Bedrijveninformatienet (BIN), voor gras en mais geldt dat niet.

De afhankelijkheid van loonwerkers is voor ruwvoertelers ook een no go. Waar een akkerbouwer vaak in staat is om de toediening van gewasbeschermingsmiddelen in eigen beheer te bewerkstelligen, is in veel gevallen bij ruwvoertelers de loonwerker hier verantwoordelijk voor. Een investering in precisielandbouwtoepassingen in beheer van een loonwerker, wordt alleen doorgezet wanneer hij de kosten kan herhalen op zijn klant. Een ruwvoerteler wil eerst zien en dan geloven.

De biologische teelt van voeder gewassen en dus ook mais brengen verschillende risico's met zich mee. Met het onthouden van de toepassing van een gewasbeschermingsmiddel is de biologische teelt een grote uitdaging. Door de beperkingen in de biologische teeltwijze komt het nog stekker aan op de juiste toediening, juiste tijdstip en juist hoeveelheid. Het teeltadvies is hierbij essentieel, je kunt het maar een keer goed doen.

De veelzijdige projecten vanuit het Wageningen University & Research (WUR) brengen veel kennis met zich mee. Met het project Nationale Proeftuin Precisielandbouw (NPPL) moet men de teler er van overtuigen dat de technologie er voor hen is. Met behulp van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) wordt dit project gefinancierd.

⁵ (Klaas Blanken, 2021-2022) Saldo gebaseerd op 1-jarig grasland.

⁶ (Klaas Blanken, 2021-2022)

1.5.8 ONTWIKKELINGEN RUWVOERTEELT MAIS

De ruwvoerteler van vandaag de dag is bekend met het optimaliseren van de bedrijfsvoering op perceelniveau. Hiervoor krijgen zij meerder handvatten in de vorm van adviezen, hulpapplicaties en diensten. Doordat men per hectare maar een bepaalde hoeveelheid dierlijke en mineralen mest mag toedienen, is de urgentie om alles gelijk te verdelen bekend. De opkomende dataplatforms stellen de ruwvoerteler ook in staat om binnen een perceel te optimaliseren.

In dit document verstaat men de mais- en grasteelt onder de ruwvoerteelten. De hiervoor genoemde ruwvoerteelten bedekken een groot deel van het areaal cultuurgrond in Nederland. De gronden (agrarische gronden) bestaan voor ongeveer 54 procent uit grasland, zowel blijvend-, natuurlijk- als tijdelijk grasland. Dit is in vergelijking met mais (10%) een aanzienlijk hoog aandeel (Voskuilen, 2022). Ter vergelijking, voor akkerbouwgewassen is 29 procent van het totaal areaal in gebruik. Ondanks dat precisielandbouw in de ruwvoerteelt weinig animo kent, is er een groot areaal aanwezig. In 2020 is er ongeveer 213.000 hectare mais (snij-, korrel- en CCM- mais) verbouwd, het na gras het meest geteelde gewas in Nederland (CBS, 2022).

De teelt van mais is populair onder de ruwvoertelers. Dit heeft te maken met het relatief makkelijke teeltseizoen. Er zijn maar een paar momenten van toedieningen waardoor de machine- en arbeidsuren minimaal zijn. Met het bijkomend voordeel dat mais een goede waterbenutting heeft vanwege zijn C4-opbouw, een hogere droge stof opbrengst per hectare in vergelijking met gras en de levering van zetmeel glucogenen energie in het rantsoen, is het een ideaal gewas in de bedrijfsvoering van een rundveehouder. Door de jarenlange focus op de oogst vroegheid van rassen, is hij uitermate geschikt onder de Nederlandse klimaat omstandigheden.

De minimale arbeidsuren zorgt voor een relatief makkelijk seizoen, maar het heeft ook zijn nadelen. Er zijn maar een enkele momenten dat je de teelt bij kun sturen. De toediening van drijfmest en mineralenmest zijn hier een voorbeeld van. Mais heeft 1 oogstmoment per teeltjaar, in vergelijking met gras is dat minimaal. Ondanks zijn populariteit bij de gebruikers, staat mais maatschappelijk wel ter discussie. Vaak wordt de vervuiling van het bodem en oppervlakte water gelinkt aan de uit- en afspoeling van stikstof op landbouwgronden. Dit is overigens per grondsoort verschillend, hierin zitten grote variaties. In de bedrijfsvoering van een melkveehouder is het bouwplan vaak als volgt opgesteld: huiskavel voert men een grasteelt uit en percelen op afstand een maisteelt. Hierdoor krijgt men vaak een monocultuur van mais. Deze vorm van jaar op jaar mais telen zorgt voor een daling van het organische stof gehalte (OS). Met de nodige argumentatie wordt de maisteelt vaak in kwaaddaglicht gezet, volgens (Groten, 2021) is voor alles een oplossing.

De uitspoeling van stikstof kan voorkomen worden, met de juiste teelhandelingen op het juiste tijdstip zijn er veel voedingstoffen vast te houden. Denk aan een volwassen groenbemester die men zaait voorafgaand aan de winterperiode. Als dit gewas op tijd volgroeid is, kan het met zijn wortels vele voedingstoffen vasthouden waardoor af- en uitspoeling wordt voorkomen. Met een oogst van mais in de vorm van Cob Corn Mix (CCM of maiskolvenschroot (MKS) laat men een hoog aandeel van de plant op het perceel. Bij een bewerking van het restant kan de bodem in de vorm van organische stof verrijkt worden. In vergelijking met een oogst van snijmais, is daarmee weinig organische stof te brengen.

Met een plaats specifieke aanpak in de vorm van rijpaden, rijenbemesting, variabele zaaidichtheid, gewasbeschermingsmiddelen en uiteindelijk de oogst in kaart brengen, kan de maisteelt mogelijk naar een hoger level worden getild.

1.5.9 BETROUWBAARHEID METHODIEK

De ontwikkeling in bodem, gewas en oogstmetingen zit niet stil. Met de nieuwste technieken kan men meer met minder meten. Ook verhoogt men met de betrouwbaarheid van nieuwe systemen vaak met de 'ouderwetste systemen'. De combinatie van beide factoren kan een betrouwbare ijklijn geven, waardoor modellen de best beschikbare informatie geven.

BODEM

Een vruchtbare bodem is de basis voor een optimale productieve en kwalitatieve oogst. De prestaties van een bodem zijn afhankelijk van de bodemchemie, -biologie en -fysica. Met het doen van een bodemonderzoek krijgt de teler een bemestingsadvies, gebaseerd op de bodemvoorraad en plant beschikbare nutriënten op perceelniveau. Met de bemestingswijzer van Eurofins streeft men naar een landbouwkundige optimale opbrengst en kwaliteit. Hierbij wordt geen rekening gehouden met de restricties vanuit de wetgeving. De bemestingswijzer bestaat uit een advies voor alle nutriënten, hierbij wordt rekening gehouden met de specifieke gewaseigenschappen.

De toegepaste bemonsteringsmethode is afhankelijk van het doeleind. Een akkerbouwperceel wordt namelijk bemonsterd op 20 centimeter onder maaiveld en grasland op 10 centimeter onder maaiveld. Bij percelen tot 5 hectare wordt de W-bemonstermethode gebruikt. Percelen groter dan 5 hectare worden gestratificeerd bemonsterd. Deze methode valt onder de NS sensoren en is een puntmeting (Eurofins-agro, 2019).

Voor betrouwbaardere waarden is een vlakdekkendemeting een uitkomst. Er zijn verschillende bodemsensoren aanwezig op de markt, zij ontwikkelen zich door. De techniek is in een voorgaand deelhoofdstuk behandeld. Met de bodemscan krijg je inzicht in het organische stofgehalte, geleidbaarheid, Cation-exchange-capacity (CEC)⁷ en de zwaarte van de bodem. Een puntmeting is wel vollediger en betrouwbaarder per gestoken locatie, het is de vraag of de puntmeting een representatief resultaat geeft voor het totale perceel. Een combinatie van punt en vlakdekkende metingen kunnen elkaar versterken, al blijft het een momentopname.

Voor een dagelijkse waarneming zijn veldsensoren een relevante toepassing, wel vallen deze sensoren onder een puntmeting. Bijkomend nadeel is het verplaatsen van de sensor wanneer er een mogelijke grond of gewas bewerkingen plaatsvindt.

GEWAS

Een eenvoudige toepassing van gewaswaarneming is een grashoogtemeter. Aan de hand van een GNSS ontvanger, is een perceel, plaats specifiek, in kaart te brengen. Het kostenplaatje is afhankelijk van de mechanische of elektronische werkwijze. Met de waarneming kun je een maaimoment of beweidmoment inplannen. Met deze toepassing is de opbrengst meetbaar, een kwaliteitsmeting komt aan de orde voor eiwit bij gras en zetmeel bij mais.

Een belangrijke parameter voor de kwaliteit van gras is het eiwitgehalte. Met gewasindexen is de variatie van chlorofylgehalte in grasland meetbaar. Een directe relatie tussen chlorofyl en stikstof maakt het ruw eiwitgehalte berekenbaar. Hiervoor zijn meerdere aanbieders op de sensormarkt. Voor de kwaliteit van mais is de parameter zetmeelgehalte essentieel. Met een NIR sensor is de hoeveelheid zetmeel te bepalen. Deze resultaten zijn pas kenbaar wanneer het gewas daadwerkelijk wordt geoogst.

⁷ Oftewel het klei-humuscomplex, een hoge CEC betekent dat de bodem veel nutriënten vasthoudt en kan teruggeven aan het gewas (Eurofins).

OOGST

Op oogstmachines zijn al enkele jaren Nabij Infrarood (NIR) sensoren aanwezig, men kan door middel van de meting een opbrengstbepaling kwalificeren. Het zijn meetresultaten waarvan al besloten is dat het gewas geoogst mag worden. Het zou praktisch zijn dat men op basis van een opbrengstschatting pas de beslissing neemt om daadwerkelijk te oogsten. En die mogelijkheid is er ook, maar het kan praktischer. Met een puntmeting monster kan men naar een laboratorium gaan waar de samenstelling wordt gemeten. Het neemt veel tijd in beslag en het blijft een puntmeting van een groter perceel, waardoor de betrouwbaarheid laag blijft.

1.6 KNOWLEDGE GAP

Het gebruik van precisielandbouw in de ruwvoerteelt blijft achter, dat blijkt ook uit het artikel van Stokkermans (2021). Dat de stap nog niet gemaakt is, geeft het volgende onderzoek een mogelijk oorzaak van. Het Nationaal Proeftuin Precisie Landbouw (NPPL) heeft na onderzoek geconcludeerd dat er een wildgroei aan systemen op de markt worden gelanceerd (NPPL, 2021). Systemen die d.m.v. softwareprogramma's, het bedrijfsmanagementsysteem moeten verbeteren. Er zijn de laatste jaren grote stappen gezet, men komt steeds meer te weten over de bodem. Als men naar de mogelijke verbeteringen van PL kijkt, is het opmerkelijk dat nog niet elke gewassenteler deze stap heeft gezet. Ondanks dat grond het duurste productiemiddel is op een landbouwbedrijf, is de urgentie van het hierop renderen, niet bekend. Hiervoor zijn meerdere oorzaken bekend:

- ✓ De beschikbare systemen zijn veelal prijzig, dit in combinatie met er niet de voordelen van zien, dat maakt dat de adoptie laag is.
- ✓ De hiervoor genoemde wildgroei, maakt dat softwareprogramma's niet 'praten' met elkaar.
- ✓ Het rendement van landbouwgrond in gebruik voor ruwvoerteelt is te laag.
- ✓ Er is onwetendheid aanwezig.
- ✓ De urgentie ligt bij de productie van de dieren.

Het is relevant om van ruwvoer gerelateerde bedrijven de neuzen dezelfde kant op te krijgen. Er moet juist worden ingespeeld op de mogelijke optimalisatie van voedergewassenproductie en daardoor indirect de humane voedselproductie. De doorontwikkeling van PL in de maisteelt is voor de periferie van de landbouw relevant, de relevantie voor de gebruikers ligt bij de optimalisatie van hun teeltdoel.

De vraag is welke behoeften maistelers hebben, geloven zij in het anticiperen op digitale waarnemingen? Welke handvatten kunnen er geboden worden en hoe moet men deze aanreiken?

Afbakening

Met een juiste afbakening is het voor één ieder duidelijk wat er onderzocht wordt. Het volgende wordt onderzocht:

- ✓ Het onderzoek concentreert zich op de ruwvoerteelt van mais.
- ✓ De mogelijkheden van precisielandbouw in alle mogelijke vormen
- ✓ De behoefte in teelt ondersteunende adviezen, beschikbaar gesteld met behulp van persoonlijke adviezen en/of een applicatie.

1.7 HOOFDVRAAG EN DEELVRAGEN

Na het schetsen van de knowledge gap is bekend wat nog niet bekend is. De volgende geformuleerde deelvragen moeten antwoord geven op de hoofdvraag.

1.7.1 HOOFDVRAAG

Met behulp van de relevantie en het theoretisch kader is de centrale onderzoeksvraag van de scriptie bekend. Men wil graag antwoord op de volgende vraag:

“Welke teeltadviezen op basis van sensorgegevens geven de maisteler de juiste handvatten voor de toepassing van precisielandbouw in de maisteelt?”

1.7.2 DEELVRAGEN

Voor de beantwoording van de hoofdvraag, zijn de volgende deelvragen opgesteld:

1. Heeft een maisteler behoefte aan een teeltadvies op basis van een teelt ondersteunende tool en zo ja, welke?
2. Wat zijn de mogelijkheden in het adviseren van een maisteler, op basis van sensorgegevens?
3. Wat zijn de juiste handvatten voor het toepassen van precisielandbouw?

1.8 DOELSTELLING

Het doel van dit kwantitatief en kwalitatief onderzoek is het achterhalen welke handvatbehoefte een maisteler heeft om zijn maisteelt te optimaliseren. Voor het invullen van een behoefte moet ook bekend zijn wat theoretisch mogelijk is. Door middel van contact met een precisielandbouw expert moet dit achterhaald worden. Door een combinatie van teler-, veredeling- en informatie- en communicatietechnologiekennis (ICT) zijn handvatten te ontwikkelen. Hierbij is het ook interessant om te weten of de bedrijven die deze gegevens beschikbaar stellen, de ondernemer ook met het toepassen kunnen ondersteunen. Om het inzichtelijker te maken is de teelt opgedeeld in grond-, gewas en oogststadia. De resultaten/inzichten uit het onderzoek kunnen worden gebruikt om de beoogde en bestaande gebruikers van PL en Limagrain te informeren.

Hypothese

Het beoogde resultaat van het kwantitatief- en kwalitatief onderzoek geeft aan dat er meer mogelijkheden zijn dan waar een maisteler kennis van heeft. Mogelijke behoeften zijn optimale operationele handelingen zoals, spuittijdstip, zaaitijdstip maar ook kritische prestatie-indicatoren (KPI) zoals, zetmeelgehalte en suikergehalte die de kwaliteit in beeld kunnen brengen. Bij KPI's gaat het om opbrengstkwiteit en niet de kwantiteit. Het resultaat kan van grote waarde zijn voor periferie bedrijven die graag inspelen op de behoefte van een maisteler. Met de resultaten, kunnen er aanbevelingen worden gedaan aan Limagrain (LG), om hun teelt adviezen uit te breiden en/of te optimaliseren.

HOOFDSTUK 2. AANPAK (MATERIAAL EN METHODE)

In dit hoofdstuk is te lezen hoe de data voor het resultatenhoofdstuk is verzameld. Met vervolgens de methode van uitvoering vooronderzoek. Met medewerking van respondenten werd er in de vorm van enquêtes en interviews, antwoorden verzameld. De data werden verzameld in de vorm van woorden, dit valt onder de term kwalitatief onderzoek. In de gevoerde gesprekken zijn veel open vragen aan bod komen.

2.1 MATERIAAL

Bij het uitvoeren van een onderzoek heeft men materialen gebruikt. Bij het uitvoeren van een experiment zijn dat fysieke voorwerpen, bij een literatuurstudie zijn dat digitale materialen.

Bij het kwantitatieve onderzoek werd fieldresearch toegepast. De volgende materialen: enquêtevragen, enquêtetool Survio (Survio, 2022), respondenten en Microsoft Excel zijn gebruikt voor het verkrijgen en tonen van kwantitatieve data. Voor het kwalitatieve onderzoek werd fieldresearch toegepast, hierbij waren de volgende materialen nodig: interviewvragen, respondenten, Microsoft Teams, mobiele telefoon, opname materiaal en Microsoft Excel als statistische techniek om de resultaten cijfermatige te presenteren.

2.2 METHODE

De drie deelvragen hebben ieder een verschillende methode van onderzoeken. Door de beschrijving van de methode kan eenieder dit onderzoek opnieuw uitvoeren, waarbij de validiteit wordt verhoogd. Bij het kwantitatief onderzoek was het belangrijk om de onderzoeksinstrumenten bekend te maken. Door de interview- en observatieverslagen te transcriberen, is het kwalitatief onderzoek ook opnieuw uit te voeren.

Deelvraag 1 Heeft een maisteler behoefte aan een teeltadvies op basis van een teelt ondersteunende tool en zo ja, welke?

De deelvraag was gericht aan de doelgroep melkveehouders die mais telen, waarbij de behoeften bekend zijn geworden. Omdat men in Nederland vele melkveehouders die mais telen kent, wordt de informatie gewonnen aan de hand van een enquête (zie bijlage 2). Respondenten hadden de keuze uit antwoorden, waarmee de variatie in antwoorden klein bleef en dus sneller te analyseren was. Met de alfabetische opsomming zijn de resultaten overzichtelijk getoond. Vanwege het contact met Limagrain, zijn de klanten van hen benaderd om de enquête in te vullen. Het klantenbestand bestond uit melkveehouders. De enquête heeft zich over heel Nederland verspreidt.

De data van de enquête is ingeladen in Microsoft Excel, waarna deze voor de beeldvorming in staafdiagrammen, cirkeldiagrammen, kolommen verticaal/horizontaal en tabellen zijn geplaatst. Op basis van de data is een overwogen conclusie getrokken. Deze conclusie bestaat uit meerdere behoeften van maistelers. De behoeften zijn besproken in een beschrijvende analyse.

Deelvraag 2 Wat zijn de mogelijkheden in het adviseren van een maisteler, op basis van sensorgegevens?

De deelvraag is gesteld aan de doelgroep precisielandbouw experts, waarbij de mogelijkheden in het adviseren van maistelers bekend zijn geworden. Omdat de informatie die een expert geeft, moeilijke materie is, zijn er interviews afgenomen (zie bijlage 3). Bij het interview is gedetailleerde informatie vrijkomen. Er zijn nauwelijks vervolgvragen gesteld, zij hadden ieder hun eigen verhaal. Er is contact gemaakt met een precisielandbouw expert van Nationale Proeftuin Precisie Landbouw (NPPL). Hiervoor is Corné Kempenaar de ultieme expert, hij houdt zich bezig met de vertaling van bodem en gewas data naar plaats specifieke teeltmanagement. Herman Krebbers van Delphy viel ook onder de expert, hem werd ook om medewerking aan het interview gevraagd. Voor een reëel beeld heeft men 2 experts geïnterviewd.

Voor een zorgvuldige verwerking van antwoorden, zijn er audio-opnames van het interview gemaakt om te transcriberen. De telefonische en online gesprekken van het interview zijn genoteerd in het Word invuldocument, waarna deze onderling per expert zijn vergeleken. Individuele verwachtingen van precisielandbouw zijn geciteerd in de conclusie. Door de vergelijking van behoeften en mogelijkheden zijn oplossingen aangedragen. De mogelijkheden zijn beschrijvend geanalyseerd. Met de deelname van de persoonlijke interviews is ingestemd met de publieke publicatie van uitspraken.

Deelvraag 3 Wat zijn de juiste handvatten voor het toepassen van precisielandbouw?

De doelgroep precisielandbouw gebruikers zijn bekend met de verschillende toepassingen ervan. Zij hebben de kennis van de niet werkende en werkende systemen verteld. De informatie is gewonnen uit het afnemen van online en telefonische interviews (zie bijlage 4). Vanuit het NPPL zijn meerdere landbouwers, veehouders en akkerbouwers aangesloten. Zij passen verschillende vormen van precisielandbouw toe op hun bedrijf. Ook deelnemende ondernemers van Grondig boeren met mais en Groeikracht zijn potentiële respondenten, deze zijn uiteindelijk niet benaderd voor het onderzoek. Jacob van de Borne en Huibert Groeneveld hebben hun positieve en negatieve aspecten van precisielandbouw wel benoemd. Biologische en biodynamische telers zijn niet benaderd voor informatie.

Voor een zorgvuldige verwerking van antwoorden, zijn er audio-opnames van het interview gemaakt om vervolgens te transcriberen. De standpunten en argumentatie van de doelgroep zijn genoteerd in het Word invul document, waarna deze tekst is vergeleken met andere gebruikers van precisielandbouw. Bij een overeenkomst in standpunten, werd er geconcludeerd dat er een kern van waarheid in zit.

Om de resultaten niet geheel afhankelijk te laten zijn van de enquêtes en interviews, hebben zij elkaar versterkt met de bekende literatuur uit de deskresearch. De volgorde in deelvragen is bij het afnemen van informatie aangehouden. De resultaten van de enquête zijn namelijk met de vakexperts besproken, waarna de gebruikers een doorslaggevende reactie gaven.

2.3 BETROUWBAARHEID EN VALIDITEIT

Voor een betrouwbaar onderzoek was het belangrijk om het stappenplan te beschrijven, hierdoor is het voor eenieder mogelijk het onderzoek op dezelfde manier uit te voeren. Met een hoge validiteit van het onderzoek is gemeten wat men wilde meten.

2.3.1 BETROUWBAARHEID

Met de bronvermelding en citaten uit diverse wetenschappelijke artikelen, is de betrouwbaarheid van het vooronderzoek bevestigd. Doordat de bronnen kritische nagekeken zijn door onafhankelijke vakexperts (peer-review), is de betrouwbaarheid van artikelen afgebakend. Ook is gebruik gemaakt van vakartikelen, websites en onderzoeksliteratuur. De databanken Google Scholar, Greeni en Groenkennisnet zijn gebruikt voor het zoeken naar de vakliteratuur.

2.3.2 VALIDITEIT

Voor een valide onderzoeksmethode heeft de auteur zich aan meerdere regels gehouden. De structuur van de voorafgaand bekende interview vragen zijn redelijk in elkaar overgegaan. De validiteit is niet verhoogd, de interview omstandigheden waren niet gelijk aan elkaar. Tot slot, het verspreiden van de enquête is onder het klantenbestand van Limagrain uitgevoerd, hiermee is de enquête landelijk verspreidt wat voor een betrouwbaar resultaat heeft gezorgd.

Aan de hand van de deelvragen zijn er zoekwoorden geformuleerd (zoekplan). Met de juiste termen is men gericht gaan zoeken naar antwoorden. De zoekwoorden zijn ook gebruikt voor het scannen van literatuurdocumenten, hierdoor heeft men betrouwbare informatie verkregen. De zoekwoorden: teelt ondersteunend advies, sensorgegevens en toepassing precisielandbouw hebben een schat aan informatie opgeleverd.

2.3.3 STEEKPROEFGROOTTE

De aantal voltooide reacties van de enquête vertegenwoordigd de steekproefgrootte. In dit geval is de populatieomvang 4023 agrarische ondernemers, melkveehouders die woonachtig zijn in alle provincies van Nederland. Het betrouwbaarheidsniveau geeft het percentage aan waarvan je zeker kunt zijn dat de populatie een antwoord binnen een bepaald bereik zou kiezen. Voor de enquête wordt een betrouwbaarheid van 95% gehanteerd, waardoor de foutmarge op 5% staat.

Op basis van de berekeningen uit (SurveyMonkey, 2022) is de vereiste steekproefgrootte berekend op 351 respondenten, als hier aan wordt voldaan is de betrouwbaarheid met 95 procent.

HOOFDSTUK 3. RESULTATEN

Met de respondenten van de enquête is er data ontvangen voor het beantwoorden van deelvraag 1. Hierbij is het doel om de behoeften van een maisteler aan het licht te brengen. Met de interviews over precisielandbouw met gebruikers en expert is data verzameld voor de beantwoording van deelvraag 2 en 3, met als doel de behoefte van de respondenten in te vullen. Het hoofdstuk bevat een analyse van de enquête resultaten met de nodige beeldvorming en de belangrijkste antwoorden uit de afgenomen interviews.

3.1 ENQUÊTE BEZOEKEN

Onder 4.023 agrarische ondernemers, melkveehouders, contactbedrijven van Limagrain is een enquête uitgezonden. Dit heeft 491 bezoeken via de directe link opgeleverd, hiervan hebben 255 respondenten de enquête volledig afgerond. Hiermee komt het succespercentage op 51,9 procent. Naar verwachting zou de enquête 5 tot 10 minuten in beslag nemen. In tabel 4 is het percentage van de tijdsvakken weergegeven:

Tabel 4 Resultaten enquête deelvraag 1 (Survio, 2022)

Tijdsduur	Procentueel
2-5 minuten	41,6 %
5-10 minuten	42,7 %
10-30 minuten	11,4%
30-60 minuten	2,0 %
>60 minuten	2,4%

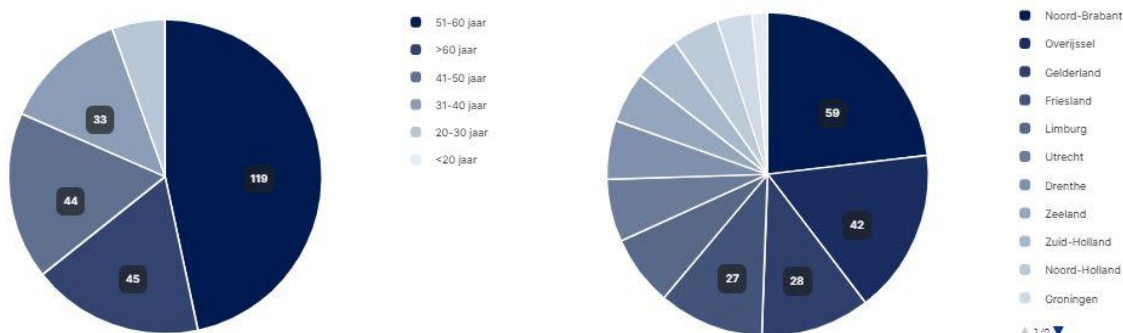
De verwachting van 5-10 minuten is niet behaald, de inschatting 2-10 minuten zou dichterbij de waarheid liggen. Er zijn enkele ondernemers die er langer dan 30 minuten aan besteed hebben.

3.2 DEELVRAAG RESULTATEN

3.2.1 HEEFT EEN MAISTELER BEHOEFTE AAN EEN TEELTADVIES OP BASIS VAN EEN TEELT ONDERSTEUNENDE TOOL EN ZO JA, WELKE?

In de volgende deelhoofdstukken zijn alle vragen van de enquête toegelicht. De belangrijkste enquêtevragen zijn door middel van figuren en tabellen behandeld en voor de beeldvorming in grafieken weergegeven.

WAT IS DE LEEFTIJD VAN DE ONDERNEMER EN IN WELKE PROVINCIE IS HET BEDRIJF GEVESTIGD?

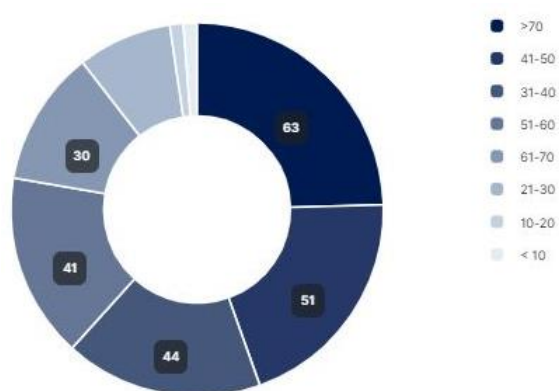


Figuur 14 Wat is de leeftijd van de ondernemer?

Figuur 13 In welke provincie is uw bedrijf gevestigd?

Met de enquête zijn 255 respondenten bereikt, hieruit is naar voren gekomen dat de bedrijven zich voornamelijk in Noord-Brabant bevinden (figuur 14). Maar liefst 59 bedrijven bevinden zich in deze provincie, dat is 23 procent van het totaal. Overijssel vertegenwoordigt zich met 42 respondenten. 119 Respondenten hebben een leeftijd van 51-60 jaar, dat is 47 procent van het totaal. De 2^{de} grootste leeftijdsgroep zijn de >60 jaar, met 45 respondenten (figuur 14).

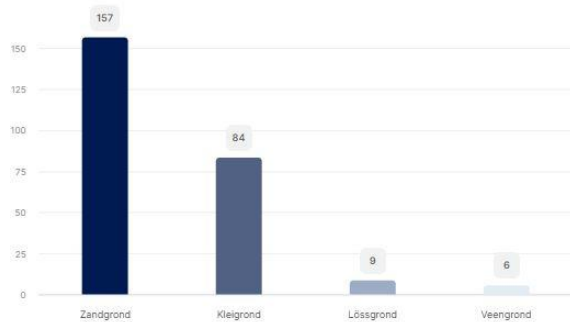
De omvang in hectare landbouwgrond van de deelgenomen bedrijven verschillen van elkaar. Van 63 bedrijven is de omvang in hectare landbouwgrond meer dan 70 hectare. Dat geldt voor 25 procent van de respondenten. In figuur 15 is de diversiteit in omvang van bedrijven weergegeven.



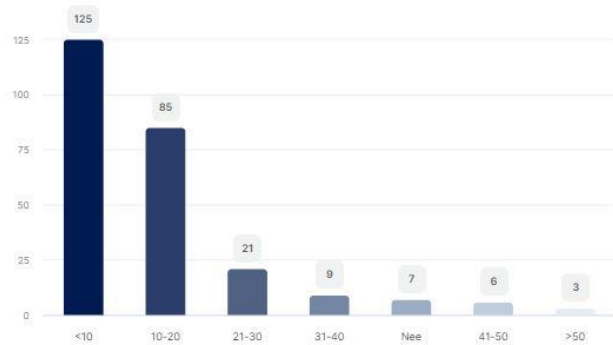
Figuur 15 Wat is de omvang (in hectare landbouwgrond) van uw bedrijf?

TEELT U MAIS, ZO JA HOEVEEL HECTARE EN OP WELKE GRONDSOORT?

Bij 125 respondenten is het maisareaal <10 hectare, dat geldt voor 50% van de totaal gevraagde. Voor 83 respondenten geldt een maisareaal van 10-20 hectare in het bouwplan. Deze gegevens zijn weergegeven in figuur 16. Voor 2,7% van de respondenten geldt dat er geen mais in het bouwplan voorkomt. De respondenten hadden de keuze uit een gangbare, biologische en biodynamische manier van telen. De biologische teelwijze wordt door 4 ondernemers gehanteerd, de overige telen hun mais gangbaar. Geen van de ondernemers teelt de mais biodynamisch.



Figuur 17 Teelt u mais, zo ja hoeveel hectare?



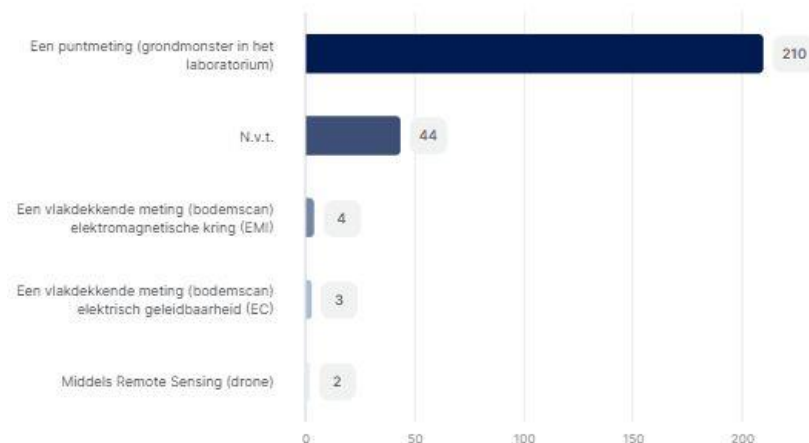
Figuur 16 Op welke manier teelt u mais?

De mais wordt voornamelijk geteeld op zandgrond, 61 procent van de respondenten doet dat. Kleigrond komt op plek 2 van de meest gebruikte grondsoort voor mais. Op veen verbouwen 6 ondernemers mais. Deze gegevens zijn weergegeven in figuur 17.

MET WELKE MEETMETHODEN BRENGT U DE BODEMCHEMIE, -BIOLOGIE EN -FYSICA IN BEELD?

Voor het in beeld brengen van de bodemeigenschappen in de zin van chemie, biologie en fysica, zijn er in de praktijk verschillende meetmethoden. Het kan ook zijn dat de ondernemer geen meetmethoden toepast.

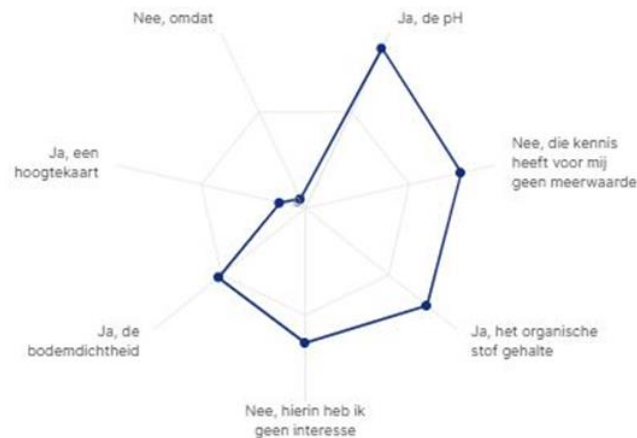
In figuur 18 is te zien dat de ondernemers voornamelijk aangeven dat een puntmeting wordt gehanteerd. Dat geldt voor 210 ondernemers (82 procent). Er zijn enkelingen die een vlak dekkende meting of remote sensing (drone) gebruiken voor de bodem in kaart te brengen. Voor 44 ondernemers geldt dat de vraag niet van toepassing is. Aan de hand van deze methoden zijn bodemparameters op zone-niveau weer te geven. In de volgende vraagstelling is de behoefte in andere meetmethoden bevraagd.



Figuur 18 Met welke meetmethoden brengt u de bodemchemie, -biologie en -fysica in beeld?

HEEFT U BEHOEFTE IN EEN OVERZICHTSKAART WAARIN OP ZONE-NIVEAU BODEMPARAMETERS ZIJN WEERGEGEVEN?

De meerderheid van de respondenten geeft aan geen behoefte te hebben aan een overzichtskaart met de weergave van bodemparameters op zone-niveau (figuur 19). Het niet inzien van de meerwaarde is voor 30 procent rede om hier geen behoefte in te hebben. Voor 82 respondenten heeft deze overzichtskaart wel meerwaarde, zij hebben deze behoefte in het verkrijgen van de bodemparameter pH-waarde. Een vaak gekozen (72 respondenten) antwoord is ook het organische stofgehalte inzichtelijk te krijgen.

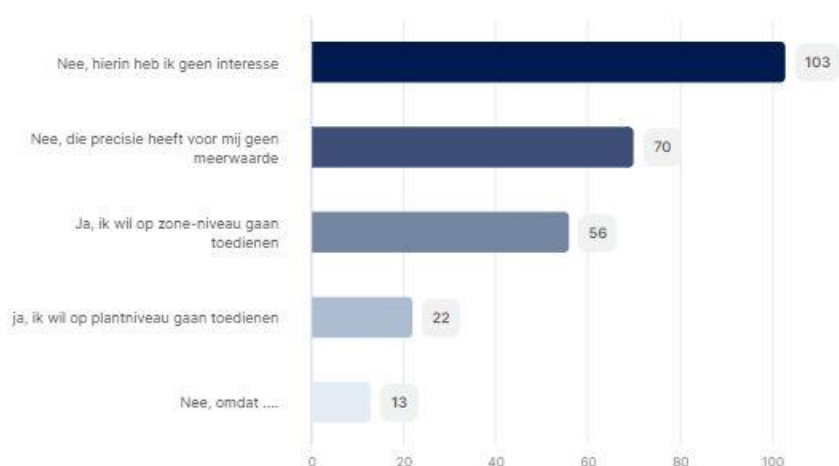


Figuur 19 Heeft u behoefte in een overzichtskaart waarin op zone-niveau bodemparameters zijn weergegeven?

HEEFT U BEHOEFTE AAN EEN HOGER NIVEAU VAN PRECISIE BEMESTEN EN BEKALKEN VAN UW PERCELEN?

Aan de ondernemers is gevraagd op welk niveau zij hun percelen van mest en/of kalk voorzien, daarbij geeft 89 procent aan dat dat op perceelniveau gebeurt. Dat is op basis van verschillen tussen percelen, dus per perceel een advies. Voor 11 respondenten geldt dat zij op zone-niveau bemesten, 24 respondenten dienen hun bemesting op plantniveau toe. Vervolgens is de vraag naar de behoefte gesteld, wil men de bemesting van mest en kalk exacter toedienen?

Voor 73 procent van de ondernemers geldt dat er geen behoefte is naar een exactere bemesting. De overige respondenten, 78 ondernemers hebben daar wel behoefte in. De stap naar zone-niveau krijgt de meeste aandacht (zie figuur 20), 56 ondernemers geven aan dat zij hierop willen inspelen.



Figuur 20 Heeft u behoefte aan een hoger niveau van precisie bemesten en bekalken van uw percelen?

DE VOLGENDE HANDELINGEN KUNNEN OP BASIS VAN SENSOR- EN DATAGEGEVENS WORDEN GEADVISEERD. IN WELKE TEELT ONDERSTEUNEND ADVIES HEEFT U BEHOEFTE?

Op basis van sensor- en datagegevens kan er geadviseerd worden, de ondernemers is gevraagd waar hun behoefte aan hebben. In onderstaand figuur 21 zijn de gekozen antwoorden weergegeven.

ANTWOORD	ANTWOORDEN	RATIO
Melding voor optimale bespuiting	137	53.5%
Melding voor optimale zaaidatum	122	47.7%
Melding voor optimale beregeningsdatum	64	25%
Melding voor optimale bladbemesting	49	19.1%

Figuur 21 De volgende handelingen kunnen op basis van sensor- en datagegevens worden geadviseerd?

Meer dan de helft, 53 procent, geeft aan dat zij de behoefte naar een melding voor de optimale bespuiting hebben. Voor de melding van een optimaal tijdstip voor een bladbemesting is minder gekozen, 49 ondernemers hebben hier behoefte aan.

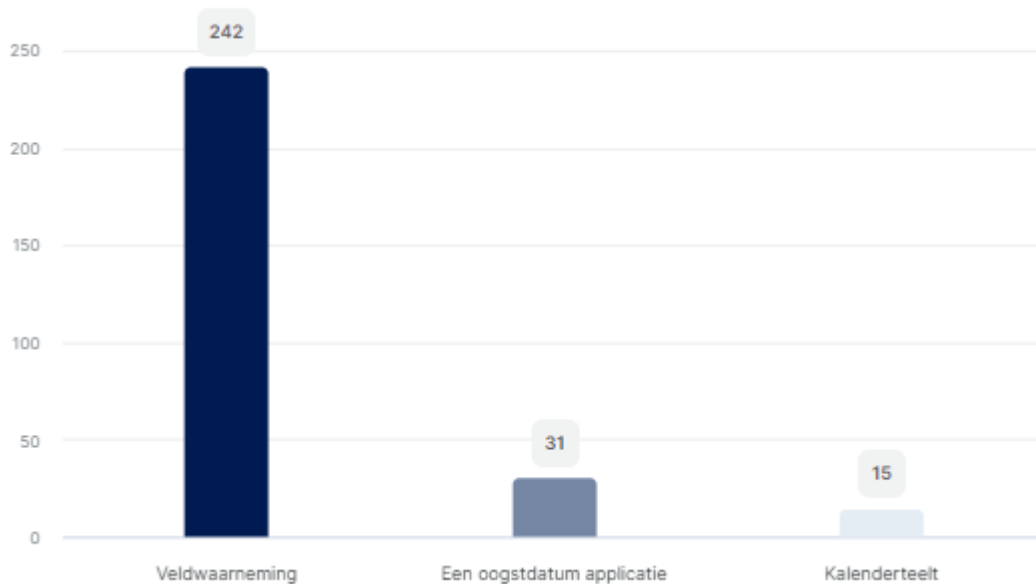
Gerelateerd aan deze vraag zijn er nog meer behoeften vragen gesteld. Hierbij is de behoefte naar een teelt ondersteunend advies waarin de bodemtemperatuur wordt weergegeven, gepeild. Voor 74 procent van de gevraagde geldt dat zij geen behoefte hebben aan dit advies. Voor 33 respondenten geldt dat zij daarvoor al een puntmeting hanteren, waarbij ze gebruik maken van een bodemtemperatuursensor of thermometer. Voor de 76 respondenten, die aangaven dat zij de behoefte naar de kennis van een bodemtemperatuur hebben, willen 48 ondernemers daarmee de optimale zaaioomstandigheden in beeld krijgen.

Op basis van een opbrengstkaart op zone niveau zijn potentiële en minder potentiële zones in kaart te brengen. Met deze gegevens kan men de dichtheid van het zaaipatroon laten variëren. In potentiële zones hanteert men een hogere dichtheid dan bij minder potentiële zones. De respondenten gaven aan dat zij hierin geen interesse hebben, dat geldt voor 42 procent van de gevraagde ondernemers. Van de respondenten die aangaven dat zij die behoefte wel hebben, gaven 61 ondernemers aan dat het doel achter de behoefte een hoger opbrengst is. Voor 6 ondernemers geldt dat zij een variatie in dichtheid al toepassen in de teelt van mais.

De behoefte naar het in beeld brengen van ziekten en belemmeringen in de maisteelt, is ook onder de ondernemers getoetst. Onder ziekten en belemmeringen valt het volgende: vraatschade, stengelrot en builenbrand. Onder de respondenten gaf 56 procent aan dat zij geen interesse hebben in dit advies. Een vraatschade in een vroeg stadium herkennen heeft de grootste voorkeur, 76 ondernemers kozen dit antwoord. De 2^{de} grootste behoefte is het herkennen van builenbrand in de maisteelt. Hierna kwam stengelrot met 49 respondenten.

OP BASIS VAN WELKE GEGEVENS BEPAALT U HET OPTIMALE OOGSTMOMENT?

In de enquête is gevraagd welke oogstmethode er wordt toegepast, 97 procent van de ondervraagde heeft gekozen voor snijmais. Corn Cob Mix (CCM), maiskolvenschroot (MKS) en korrelmais hebben met elkaar vergelijkbare uitkomsten. Bij 22 ondernemers is de oogstmethode afhankelijk van het bedrijf zijn ruwvoerpositie. De vervolgvraag 'Op basis van welke gegevens bepaalt u het optimale oogstmoment' is ook gesteld:

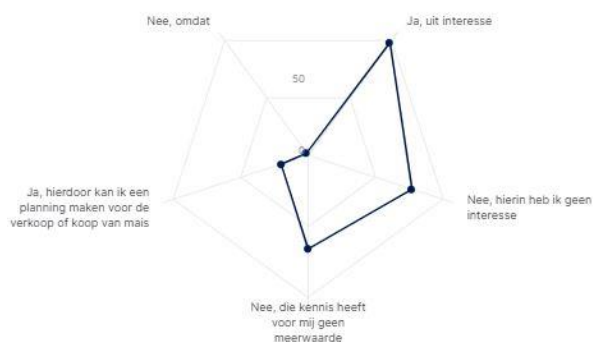


Figuur 22 Op basis van welke gegevens bepaalt u het optimale oogstmoment?

Hierbij gaven 242 ondernemers aan dat zij de bepaling op basis van veldwaarneming doen, dat is 95 procent van de respondenten (figuur 22). De kalenderteelt wordt door 15 ondernemers gehanteerd, 31 ondernemers bepalen hun optimale oogstmoment aan de hand van een applicatie.

HEEFT U BEHOEFTE AAN EEN TEELT ONDERSTEUNEND ADVIES WAARIN DE OPBRENGST (PRODUCT/DROGE STOF) PER HECTARE IS WEERGEGEVEN?

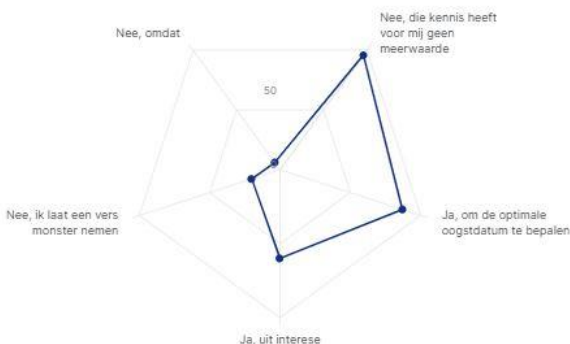
Voorafgaand aan de bovenstaande vraag is de werkwijze op dit moment gepeild. Op de vraag: 'Maakt u bij het oogsten gebruik van opbrengst- en kwaliteitsmeting?', reageerde 60 procent met 'nee, ik wacht het kuilmonster af'. Van de ondernemers die gebruik maken van een opbrengst- en kwaliteitsmeting, hanteren 48 ondernemers de sensorengegevens op de oogstmachine. Op basis van wegen en monsternamen wordt minder vaak gekozen, 39 ondernemers hanteren deze werkwijze.



Figuur 23 Heeft u behoefte aan een teelt ondersteunend advies waarin de opbrengst (product) per hectare is weergegeven?

Er zijn 117 ondernemers die aangeven, behoefte te hebben in een teelt ondersteunend advies waarin de opbrengst per hectare wordt weergegeven. De behoefte komt voornamelijk uit interesse. Meer dan de helft, 56 procent geeft aan geen behoefte te hebben in opbrengst metingen. De interesse ontbreekt bij 77 ondernemers, 66 respondenten geven aan dat die kennis voor hen geen meerwaarde levert. Op basis van de behoefte 'planning van de aan- en verkoop van mais', kiezen 20 ondernemers voor een teelt ondersteunend advies.

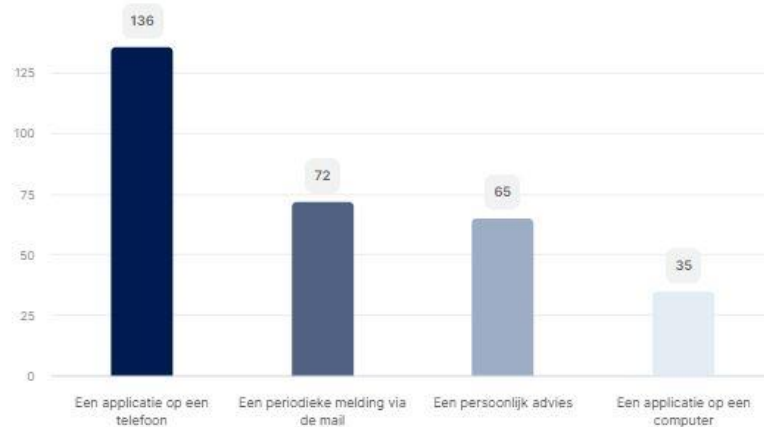
De behoefte in een teelt ondersteunend advies waarin de opbrengst in droge stof per hectare is weergegeven is groter dan de opbrengst in product. De behoefte is bij 55 procent kenbaar gemaakt, hiervan antwoorden 86 ondernemers dat zij hiermee het optimale oogstdatum bepalen. Van degenen die de behoefte niet hebben, laten 20 ondernemers een vers monster nemen.



Figuur 24 Heeft u behoefte aan een teelt ondersteunend advies waarin de opbrengst (droge stof) per hectare is weergegeven?

OP WELKE MANIER MOET DE TEELT ONDERSTEUNENDE TOOL GERAADPLEEGD WORDEN?

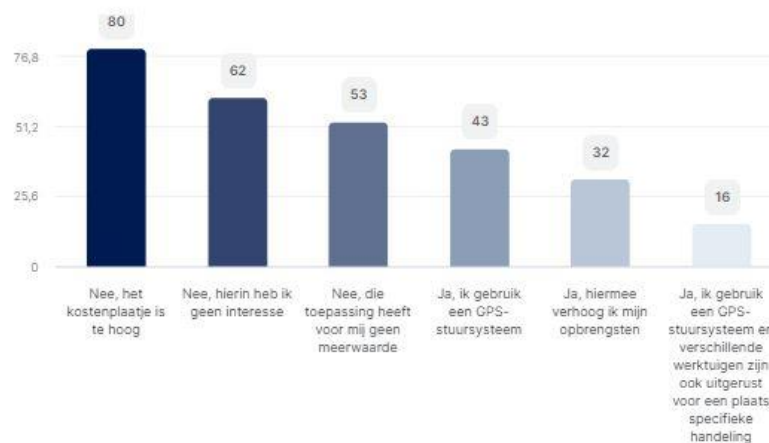
De bovenstaande vraag is gesteld voor het achterhalen van de implementatie van een digitale tool. Meer dan de helft, 53 procent, geeft aan een applicatie op een telefoon doeltreffend te vinden. Een applicatie op een computer is het minst vaak gekozen. Naar een periodieke melding via de mail en een persoonlijk advies is meer behoefte. Deze gegevens zijn weergegeven in figuur 25.



Figuur 25 Op welke manier moet de teelt ondersteunende tool geraadpleegd worden?

HEEFT U BEHOEFTE IN HET GEBRUIK VAN EEN POSITIE EN NAVIGATIE SYSTEEM IN UW TEELT?

Voor de toepassing van precisielandbouw in de ruwvoerteelt is het gebruik van een positie- en navigatiesysteem (GNSS) een essentieel onderdeel. De data in figuur 26 geeft een verdeelde mening aan. De respondenten laten blijken dat het kostenplaatje te hoog is, waardoor ze de behoefte niet hebben. Een GPS-stuursysteem wordt wel gebruikt, 20 procent van de ondervraagde geeft aan dat zij het hanteren.



Figuur 26 Heeft u behoefte in het gebruik van een positie en navigatie systeem in uw teelt?

Van de 59 gebruikers van een GPS-stuursysteem, gebruiken 16 ondernemers een GPS-stuursysteem met verschillende werktuigen die plaats specifieke handelingen kunnen uitvoeren. Voor 24 procent heeft het gebruik van een positie en navigatie systeem in de teelt niet hun interesse.

Respondenten hadden de gelegenheid om nog een reactie te geven op de enquête. De volgende opmerkingen met een duidelijke boodschap zijn hieronder weergegeven:

- *Succes met je opdracht*
- *Ben altijd gek op vooruitgang, verbeteringen*
- *Nee, met een overschot aan mest en beperking op de toediening door wetgeving wordt de mest zo efficiënt mogelijk toegepast om op alle percelen een voldoende opbrengst te realiseren.*
- *Voor de gemiddelde melkveehouder is precisie techniek niet rendabel*
- *Ben voor deze toepassingen ook afhankelijk van de loonwerker*
- *Ga voor loonwerkers of zaaizaad bedrijven iets ontwikkelen. Maar de zelf potende maisteler gaat dat veel te duur worden*
- *Precisie landbouw kost veel en wordt vaak niet terug verdient omdat de prijzen van de producten te laag zijn*
- *Als je plaats specifiek wil werken moet je alles kunnen regelen. Zolang je afhankelijk bent van het weer of last het van insecten die je niet kunt bestrijden heeft specifiek werken geen zin.*
- *Succes met je opdracht lekker alles van achter je bureau en niet meer in het veld*
- *Ik mis chemievrije onkruidbestrijding. Robotjes die het werk doen!*
- *Precisie landbouw is een mooi hulp middel maar brengt te weinig (meer) op nadat je kosten maakt*
- *Daar waar de totalen voor bemesting onder de behoefte van het gewas zit is plaat specifieke adviezen niet belangrijk meer.*
- *Als de opbrengsten dus de melkprijs of de subsidie of toeslagen maar hoog genoeg zijn dan kan er van alles*
- *In de ruwvoerteelt is de meerwaarde van precisie landbouw boven de veldwaarneming*
- *De hele bedrijfsvoering moet op precisie landbouw ingericht zijn anders is het resultaat niet maximaal.*
- *Het oogst moment zal altijd nog door het eigen oog bekeken moeten worden*

3.2.2 WAT ZIJN DE MOGELIJKHEDEN IN HET ADVISEREN VAN EEN MAISTELER, OP BASIS VAN SENSORGEGEVENS?

Informatie voor deelvraag 2 is verzameld aan de hand van twee interviews. Deze heeft de auteur afgenomen bij Corné Kempenaar en Herman Krebbers. Zij zijn al enkele jaren bekend met de toepassing van precisielandbouw en alles wat daar bij komt kijken. Het interview van Corné is via Teams Microsoft afgenomen. Het interview met Herman Krebbers heeft telefonisch plaatsgevonden. Hieronder is globaal samengevat wat beide heren met de auteur besproken hebben.

CORNÉ KEMPENAAR

Het interview vond digitaal plaats op 21 maart 2022, van 17:30 uur tot 18:30 uur. Corné gaf aan dat hij werkzaam is bij Wageningen University Research (WUR) en het Aeres Hogeschool. Bij de WUR is hij sinds het jaar 1991 werkzaam, vanaf het jaar 2005 is hij onderzoeker precisielandbouw, waarbij hij mede het project Nationale Proeftuin Precisielandbouw (NPPL) begeleidt. Hierbij staat de vraag: 'Hoe kan precisielandbouw het beste landen op boerenbedrijven' centraal. Op het Aeres Hogeschool vervult hij de taak Lector Precisielandbouw, sinds het jaar 2012. Voorafgaand aan zijn loopbaan volgde hij de studie Agronoom en plantologie.

De dagelijkse onderwerpen waarmee hij in aanraking komt zijn de precisielandbouw mogelijkheden en tegelijkertijd ook de beleidsregels. Er zijn volgens hem genoeg mogelijkheden in precisielandbouw, maar zijn aandacht gaat op dit moment uit naar de onderbouwing van de vrijkomende data. En daar uit komt ook de centrale vraag naar voren. 'Doordat de milieudoelstellingen en dus striktere normen worden aangesteld, komen er steeds meer beperkingen in het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen', vertelt Corné. Precisielandbouw is hiervoor een oplossing, waardoor de urgentie van precisielandbouw wordt benadrukt. Corné geeft aan geen technologie expert te zijn, maar in de combinatie van kennis en techniek kan hij een schakel zijn. De hiervoor genoemde onderbouwing kan via een model meerwaarde geven in de precisielandbouw.

Door de groei in omvang van landbouwbedrijven, heeft de ondernemer niet alles meer in zijn hand. Hierdoor zijn de handelingen die je verricht op het bedrijf uiterst belangrijk. Volgens Corné moet je precisielandbouw, op niveau van een ruwvoerteler, als bedrijfsmanagement systeem zien. Vaak zijn de ondernemers die één toepassing van precisielandbouw uitvoeren, niet degene die de voordelen ervan ervaren.

Corné verwacht het meeste perspectief bij het gebruik van bodemherbicide, omdat door de toediening op zone-niveau de kosten verlaagd kunnen worden. Voor ruwvoertelers is het vaak lastig om de optimale gewasbeschermingstoediening te behalen, omdat zij te maken hebben met werk door derden. In het project van NPPL waar Corné onderdeel van uitmaakt, is de irrigatie van vocht in het gewas een belangrijke pijler. Samen met het variabele zaaien van maiszaad, ziet Corné hier wel voordelen in. Ook verwacht hij dat de bemesting sensor gestuurd wordt toegediend, om in de teelt te optimaliseren. Door versnippering in de Nederlandse melkveehouders en landbouwers, zijn bedrijven vaak niet meer met elkaar te vergelijken. Hierdoor is optimalisatie op basis van vergelijkingen vaak niet mogelijk. Mede hierdoor maakt menig ruwvoerteler geen stappen in de toepassingen van precisielandbouw.

Voor überhaupt een stap te zetten, zal men de meerwaarde moeten zien van verschillende toepassingen. De stappen die elke teler in toekomst moet gaan zetten, denkt Corné wel te weten. Op perceelniveau moet men de stikstofbalans, kunnen laten zien. Hierbij is het van belang dat de input en output van stikstof bekend is. Door middel van opbrengst- en bemestingskaarten is dat te verzamelen. Het is zaak om een laag stikstofbodemoverschot aan te tonen, veehouders kunnen daarmee aantonen dat zij een goede teelt verzorgen. Ik verwacht dat dat het laagst hangend fruit van de precisielandbouw is. Maar waarom investeert niet iedereen in deze toepassingen?

Vaak zijn het de hoge startkosten, maar men kijkt vaak niet naar de opbrengsten. Afhankelijk van de omvang van het bedrijf zal een aanschaffing wel of niet uitkunnen. Stimulus vanuit de overheid kan ook voor een stap zorgen. Vaak wordt een transitie werkelijkheid naar aanleiding van nieuwe beleidsregels. In dat geval heeft de overheid dus de automatisering en transitie naar precisielandbouw zelf in de hand. Verder vertelt Corné dat men niet volledig kan leunen op precisielandbouw, het weer blijft de teelt beïnvloeden.

Het interview vond digitaal plaats op 22 maart 2022, van 14:00 uur tot 14:30 uur. Herman geeft aan dat hij 25 jaar werkzaam is bij Delphy. Hij vervult hier de functie projectmanager waarbij mechanisatie en Smart-Farming de voornaamste dagelijkse onderwerpen zijn waar hij zich mee bezighoudt. Het bedrijf Delphy levert een volledige teeltondersteuning in de vorm van teeltadvies als dienst. Hij geeft aan niet veel bij telers in het werkveld te staan, hij begeleidt meer de proeven die jaarlijks worden opgezet.

Herman vertelt dat volgens hem, precisielandbouw niet hetzelfde is als Smart-Farming. De volgende formule hanteert hij: Smart-Farming= meten + analyseren + aanpakken, en vervolgens de toepassing uitvoeren met precisielandbouw. De definitie van precisielandbouw moet men meer zien als een managementsysteem, waarin alles is aan te sturen. Bij de toepassing van Smart-Farming is de berekening achter de aansturing belangrijk, de interpretatie van sensordata is essentieel. Vaak zien sensoren genoeg, maar moet je er achter komen wat de sensor ziet. Het onderscheidt tussen onkruiden en een gewas zijn op deze beelden moeilijk te maken.

Herman ziet de meeste voordelen in het benaderen van een perceel in zones. Deze zones komen tot uiting in verschillen op basis van pH-waarde of organische stofgehalte. Door vaste mest op droogte gevoelige plekken toe te dienen, zal het perceel op zone-niveau worden verbeterd. Ook met de ontwatering van percelen valt veel voordeel te halen, dit kan verbeterd worden met de bestaande technieken in de precisielandbouw. Hiermee verbeter je de basis, waardeer je de potentie en zal je een uitstekend gewas oogsten. Zolang je de basis van precisielandbouw op perceelniveau niet kent, valt er niks te behalen op zoneniveau. Hierdoor zal het rendement ook niet toenemen.

Een rendementsverbetering van 10-20% op basis van vocht voorziening wel te behalen, zo vertelt Herman. Met het helder maken van de hoofdlijnen, waaronder een bemestingsplan opstellen, zal je al veel rendement opleveren. De stap die ondernemer moeten nemen moet bestaan uit het waarnemen van de satellietbeelden. Uit deze beelden komt de homogeniteit en heterogeniteit tot beeldvorming. Hierleidt de beeldvorming met ondersteuning van grondmonsters naar een oorzaak. Je komt erachter de variatie in grond groot is. Het is dus van belang dat je de basis kent, anders zal precisielandbouw niet renderen.

Het is dus ook een groot nadeel, als ondernemers in apparatuur investeren maar vervolgens de basis niet op orde hebben. De investering in apparatuur is door de overheid gestimuleerd, maar vaak blijft de aanschaf bij ruwvoertelers achterwegen. Herman vertelt dat hij vaak hoort dat een veehouder het rendement niet ziet, ze zien alleen de kosten van de toepassing. Ook merkt hij dat telers excuses zoeken waarom de buurman meer opbrengst behaalt dan hijzelf, hiervan zegt hij dat de ondernemer eerst bij zichzelf moet nagaan of hij alles wel optimaal heeft gedaan. Er wordt op dit moment veel gepraat, maar weinig uitgevoerd. Herman verwacht dat er een categorie veehouder zal zijn, die wel rendement ziet in de toepassingen van Smart-Farming.

Verder gaf Herman aan dat hij niet snapte dat de landbouw in het algemeen niet meer over input en output spreekt. Hij verwacht dat dat procentueel meer wordt, maar dat dat voornamelijk door de daling in melkveebedrijven komt. Met de woorden 'Doe eerst de gewone dingen goed!' eindigt hij het gesprek.

3.2.3 WAT ZIJN DE JUISTE HANDVATTEN VOOR HET TOEPASSEN VAN PRECISIELANDBOUW?

Informatie voor deelvraag 3 is verzameld aan de hand van één interview. Deze heeft de auteur afgenomen met Jacob van den Borne. Hij is al jaar en dag gebruiker van precisielandbouw apparatuur en alles wat daar bij komt kijken. Het interview van Jacob is telefonisch afgenomen. Hieronder is globaal samengevat wat aan bod is gekomen.

JACOB VAN DEN BORNE

Het interview vond digitaal plaats op 23 maart 2022, van 19:00 uur tot 19:30 uur. Jacob geeft aan dat hij 40 jaar is en eigenaar van landbouwbedrijf Van den Borne Aardappels is. Het bedrijf is gevestigd in de provincie Noord-Brabant, Postelsedijk 15 te Reusel.

In het teeltseizoen heeft hij 800 hectare zandgrond in gebruik, waarop hij aardappels, suikerbieten en granen teelt. Zijn bouwplan bestaat niet uit mais, maar hij verricht wel werkzaamheden in de mais bij andere telers. Voor de maisteelt verricht hij de grondbewerking spitten en het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen. Hierbij hanteert hij het variabele toedienen op plantniveau van beschermingsmiddelen. Voor de toepassing van deze werkzaamheden gebruikt hij een GPS-systeem.

Op het juiste moment, de juiste plek, de juiste teelmaatregel nemen is volgens Jacob de definitie van precisielandbouw. Met de modulering achter de toepassingen maakt dat je het maximale rendement uit iets kunt halen. Overigens is GPS een onderdeel van precisielandbouw, vertelt Jacob. Verder vertelt hij dat de planten kennis van telers verhoogd moet worden, door de input en output te meten zal je zelfbewuster telen. De metingen zijn een parameter om de maisteelt te optimaliseren. Jacob geeft aan dat het moeilijk is om een kostenplaatje te hangen aan de toepassing van precisielandbouw. Voor zijn eigen bedrijf heeft hij dat wel in beeld.

De rede achter deze kennis van zijn eigen bedrijf is het gevolg in efficiëntie. Met de reducering van overlap van 14% naar 1% kan hij kosten besparen op brandstof, tijd, slijtage en kostprijs per hectare. Het rendement van een investering is dus ook afhankelijk van de aantal hectare die je bewerkt. Jacob ziet geen belemmeringen voor ruwvoertelers om ook in precisielandbouw te investeren, het kan al heel snel uit als je meer eiwit of zetmeel uit een gewas kunt oogsten. Maar het werkt ook kostenbesparend, als men overlap kan minimaliseren. Jacob geeft aan dat de maisteelt optimaliseren met precisielandbouw pas aan het licht komt wanneer de basis goed is. Precisielandbouw is pas de 2de stap om de teelt te optimaliseren.

Wat betreft financiële steun, die is voldoende geweest de laatste jaren, vertelt Jacob. Naar zijn mening was dat de beste manier op precisielandbouw van de grond te krijgen. Maar daar komt hij met de kennis van nu op terug. Het advies wat gratis wordt gegeven bij de toepassing van precisielandbouw heeft voor een ondernemer geen waarde. De gedachten bij een ondernemer over het feit dat het advies gratis is, maakt het voor de ondernemer ongeloof. De subsidies die er landelijk aan besteed zijn, hadden eigenlijk voor kennis en cursussen vrij moeten komen. Want de basis van een teelt is de landbouwgrond, maar ook de kennis. Jacob geeft aan dat het bestuderen van kaarten van sensoren waarde informatie oplevert.

Tenslotte geeft Jacob aan dat hij verwacht dat met de investering in variatie in dichtheid, een optimalisatie kan behaald worden. Maar dat geldt ook voor andere teelten. Elke teelt kan op een hoger niveau, maar dan moet er geanticipeerd worden op de grond. Dat is zijn beeld over de toekomst in de precisielandbouw. Voor zijn eigen bedrijf wil hij graag meer kennis opdoen met de Artificieel Intelligence (AI), waarbij de omgeving wordt waargenomen en men daar acties onderneemt die de kansen op het bereiken van zijn doel maximaliseert.

Het interview vond digitaal plaats op 31 maart 2022, van 21:15 uur tot 21:45 uur. Huibert geeft aan dat hij 47 jaar is en eigenaar van het melkveebedrijf. Het bedrijf is gevestigd in de provincie Zuid-Holland aan de Sommelsdijk te Middelharnis.

De omvang van zijn bedrijf is als volgt: Er zijn 155 melk- en kalfkoeien aanwezig, 80 stukje jongvee en 50 hectare waar hij zijn veevoerders op teelt. Hiervan is 24 hectare mais. Samen met een akkerbouwer waar hij intensief mee samenwerkt pacht hij grond in de Proeftuin van Pallandtpolder. De mais die hij teelt, wordt gangbaar geteeld. Als er mais in het bouwplan van de proeftuin zit, worden er kleine percelen van 39 meter breed gezaaid. De gronden liggen in een polder, het is lichte kleigrond. Voor de precisie in maisteelt heeft hij ervaring in het werken met taakkaarten. Hiervoor gebruikte hij toepassingen van precisielandbouw.

Het behalen van een hoger efficiëntie, door machines optimaal in te kunnen zetten. Dat is volgens Huibert de definitie van precisielandbouw. Het creëren van rijpaden in de teelt is ook een onderdeel van precisielandbouw, hiermee verminder je de dichtheid van grond. In de maisteelt maakt hij zoals gezegd gebruik van taakkaarten. De taakkaarten worden ingeladen op basis van potentiële en niet potentiële zones, hier wordt vervolgens op geanticipeerd met het variabele zaaien op een perceel. Hiermee behaal je op mindere plekken een even grote opkomst als op de potentiële plekken, het perceel wordt hiermee homogener. Dat resulteert in een 10% hogere rendement, op basis van opbrengstproduct. Het perceel mais wordt met behulp van een NIR-sensor op de maishakselaar gemeten, waarmee de opbrengst op zone-niveau in kaart wordt gebracht. Deze gegevens worden vervolgens in een opbrengst kaart geladen, wat een nieuwe basiskaart vormt voor de aanstaande teelt. Wel geeft hij aan bij een nihil variatie in het perceel, het gewenste rendement niet behaald wordt.

De kosten worden niet altijd hoger met precisielandbouw, er wordt namelijk maiszaad bespaart. Wat betreft de taakkaarten en de satellietbeelden, ben je ongeveer 100 euro per hectare kwijt. Ondanks deze kosten weerhoudt het Huibert niet om te investeren in precisielandbouw. Er is altijd optimalisatie mogelijk, want er zijn ook percelen die een opbrengst van 60 ton product mais realiseren. Als men alles optimaal inzet met behulp van precisielandbouw, moet men dat overal kunnen halen. Een bodemscan is een kleine stap in de goede richting, hiermee verbeter je de bodemconditie, hiervan maakt het bedrijf ook gebruik.

Doordat de overheid met een schuin oog naar de landbouw kijkt, gebeurt er naar mijn weten te weinig. De urgentie in de voedselproductie zou eigenlijk hoger moeten zijn. En als wij dat als Nederlandse boer goed kunnen, moeten we dat alleen maar uitdragen. Komende jaren verwacht ik nog een optimalisatie in de maisteelt, op basis van bemesting. De bemesting van mineralenmest kan op plantniveau gaan plaatsvinden, ik denk dan ook aan plaats specifieke bladbespuiting. Dat zou direct een meerwaarde moeten leveren. Investeringsen zullen daar wel een rol in gaan spelen, alleen het geweten moet ook veel kunnen bereiken. Hij verwacht in de verre toekomst dat er een rol voor de robot vrijkomt. Een robot die onkruid mechanisch kan vernietigen waardoor we niet meer noodzakelijk bodemherbicide inzetten.

Tenslotte geeft Huibert aan dat er de laatste 20 jaar zoveel veranderd is in de landbouw, waardoor hij benieuwd is naar de volgende niet te voorspellen 20 jaar.

HOOFDSTUK 4. DISCUSSIE

In dit hoofdstuk wordt gereflecteerd op de gekozen aanpak en de vernomen resultaten. De doelstelling van het onderzoek is het achterhalen welke handvatbehoefte een maisteler heeft om zijn maisteelt te optimaliseren. In combinatie met de theoretische mogelijkheden zal de behoefte ingevuld kunnen worden. Uit de vrijkomende data van de deelvragen worden er conclusies getrokken. Op deze manier weten ondernemers wat mogelijk is, en aanbieders wat de behoefte is. Hier onderstaand zullen de deelvragen waar nodig met elkaar gelinkt worden.

4.1 DE RESULTATEN

4.1.1 HEEFT EEN MAISTELER BEHOEFTE AAN EEN TEELTADVIES OP BASIS VAN EEN TEELT ONDERSTEUNENDE TOOL EN ZO JA, WELKE?

Uit de data van de enquête kwam naar voren dat de leeftijd van de respondenten vrij hoog is, een grootte groep is tussen de 51-60 jaar oud. De respondenten die de enquête hebben ingevuld, komen voornamelijk uit Noord-Brabant. De enquête is door heel Nederland verspreidt, het is dan ook vrij opmerkelijk dat de verschillen groot zijn. Naar verwachting komt dat door het groter areaal maisteelt in de provincie Noord-Brabant, zij zullen in deze enquête meer interesse hebben getoond. Onverwachts zitten er bedrijven bij die geen mais telen. Als het bedrijf mais teelt, telen ze dat voornamelijk op zandgrond, dat ligt in de lijn der verwachtingen met de grote opkomst van respondenten uit Noord-Brabant. Het areaal mais per bedrijf is voornamelijk minder dan 10 hectare of tussen de 10 en 20 hectare grond. Hieruit is mogelijk te concluderen dat deze bedrijven ook aan derogatie voldoen. Uit de voorgelegde vraag welke teeltwijze ze hanteerde gaven 4 ondernemers aan dat zij hun mais biologische telen, het overige deel hanteert de gangbare wijze. Uit de literatuur kwam naar voren dat de biologische teeltwijze veel risico's kent, hierbij is de toepassing van precisie in het algemeen urgenter omdat hierdoor risico's zoveel mogelijk weggenomen kunnen worden. Ondanks dat gaf maar één biologische maisteler aan dat hij behoefte heeft naar een plantniveau in plaats van op perceelniveau.

Een groot deel van de respondenten geeft aan dat zij op dit moment hun bodemeigenschappen in beeld brengen met een puntmeting. Op basis van deze puntmeting kan een teeltadvies verstrekt worden. Dat geldt ook voor een bodemscan en remote sensing, hiervoor kozen maar een enkel van de ondernemers. Een groot aandeel respondenten die kozen voor niet van toepassing wekte bij de auteur de indruk dat zij de vraag verkeerd hebben begrepen. Er moet nou eenmaal een grondmonster beschikbaar zijn. Op basis van de verschillende mogelijke meetmethoden, zijn behoefte in een overzicht kaart te weergeven.

De behoefte naar een overzichtskaart op zone-niveau van bodemparameters is lichtelijk aanwezig onder de respondenten. De ondernemers die deze behoefte hebben willen graag de pH-waarde en het organische stofgehalte op zone-niveau in kaart hebben. Een hoogtekaart en bodemdichtheid is minder in trek. Een aanzienlijk groot aandeel geeft aan op dit moment een perceelniveau benadering te hanteren, voor een exactere toediening willen zij, van de geïnteresseerde respondenten, naar zone-niveau toediening. De behoeftevraag voorafgaand aan deze vraag wordt dus kracht bijgezet met de werkelijke interesse naar zone-niveau toediening. Het gaat niet alleen om plaats specifiek, tijd specifiek is ook een onderdeel van precisielandbouw.

Op basis van sensor- en data gegevens zijn handelingen in de teelt te adviseren. Uit het vooronderzoek blijkt dat er vele mogelijkheden zijn in digitale teeltadviezen. De combinatie van sensor- en data gegevens met modelberekeningen bieden kansen, de vertaling hiervan is complex. De respondenten kiezen zowel voor een optimale bespuiting van het gewasbeschermingsmiddel als voor optimale zaaidatum van het zaadje. De behoefte van een optimale beregeningsdatum en bladbemesting is minder aanwezig, waarschijnlijk door het niet toepassen van een berekening of een tussentijdse bemesting op zijn of haar teelt. Uit de data van de enquête blijkt dat men ziekten en belemmeringen in de mais vroegtijdig wil herkennen, de urgentie van de bodemtemperatuur en variatie in dichtheid van het zaaipatroon blijkt in mindere mate aanwezig te zijn. Uit het vooronderzoek blijkt dat met onderdelen uit het elektromagnetisch spectrum bladgroen kan worden gedetecteerd. Het is vooralsnog lastig om onderscheid te maken tussen een ongewild of gewild gewas.

De adoptie van precisielandbouw in het vooronderzoek laat blijken dat de investeringen in precisielandbouw op ruwvoerteelt achterblijven. Een van de redenen was de meerwaarde er niet van inzien. Dit antwoord kwam ook vaak terug in de enquête. Uit de enquête antwoorden blijkt ook dat het oogstmoment op basis van

veldwaarneming plaatsvindt. Een enkeling maakt nog gebruik van kalenderteelt, deze ondernemers telen ook snijmais op overwegend zandgrond. Ondernemers maken ook al gebruik van een oogstdatum applicatie, dit valt onder een teeltadvies op basis van een online tool. Uit de data blijkt dat de behoefte naar een droge stof percentage per hectare aanwezig is. Dit in grotere maten dan de opbrengst in product per hectare. De voornaamste vraag achter de behoefte is de optimale oogstdatum bepalen. Een stap in precisie die de ondernemers al lijken te nemen is het nemen van een vers monster, een klein deel gaf aan dit al uit te voeren.

Bij een mogelijke behoefte, verlangen de respondenten naar een advies via applicatie op een telefoon. Ondanks het hoge aandeel in een hoge leeftijd van de respondenten ondernemers, is een digitalisering gewenst. Een periodieke melding en een persoonlijk advies blijft ook gewild. Voor meerdere toepassing van precisielandbouw is het gebruik van een GNSS-systeem essentieel. Onverwachts hanteert 20 procent van de respondenten een GPS-systeem. Dit spiegelt niet met de uitspraken in het vooronderzoek, de investering in een GPS-stuursysteem is een stap naar precisie.

4.1.2 WAT ZIJN DE MOGELIJKHEDEN IN HET ADVISEREN VAN EEN MAISTELER, OP BASIS VAN SENSORGEGEVENS?

Uit de afgenomen interviews met expert op het gebied van precisielandbouw zijn onverwachte uitspraken naar voren gekomen. De gestelde vragen aan de experts, zijn geformuleerd met de kennis van toen (vooronderzoek). Na de gevoerde interviews met Corné Kempenaar en Herman Krebbers heeft de auteur nieuwe kennis opgedaan waarna is geconcludeerd dat precisielandbouw niet alleen maar gebruik maakt van technologie.

Uit beide beantwoording blijkt dat de definitie van precisielandbouw voor ieder verschillend is. Corné ziet precisielandbouw meer als bedrijfsmanagement concept, waarmee vrijkomende data geïnterpreteerd kan worden. Herman Krebbers geeft aan dat precisielandbouw een onderdeel is van Smart-Farming. Beide experts zien dus de toepassingen van precisielandbouw verschillende van elkaar. Maar dat maakt niet, dat een advisering op basis van sensorgegevens niet mogelijk is.

Een voordeel van precisielandbouw in het algemeen is de precisie toediening van bodemherbicide. Zowel kosten besparend als maatschappelijk acceptatie zijn hier de positieve gevolgen van. Herman geeft ook aan dat er in de basis veel verbeterd kan worden. Hiermee bedoelt hij de berekeningen op papier, maar ook de uitgangspunten in de landbouwgrond. Hij ziet voordelen in het in zone-niveau in kaart brengen van de pH-waarde en organisch stofgehalte per perceel. Deze gegevens zijn vanuit sensorbeelden te verkrijgen. Met het anticiperen op zandkoppen, waterbergend vermogen en droogte gevoelige plekken kan de teelt optimaliseren. Zolang de basis van precisie op perceelniveau niet bekend is, valt er niks te optimaliseren op zone-niveau. Herman is er van overtuigd dat de basis verbeterd kan worden, want er blijft nog veel te veel in opbrengsten en kwaliteit liggen. Dat rijmt ook met het niet benutten van de opbrengstpotentie van mais uit de literatuurstudie. Corné ziet voordelen in de opbrengstmetingen van een maisperceel, maar dan moeten er vervolgens wel vervolgstappen worden genomen, om tot een optimalisatie te komen. Hij denkt dan aan het in kaart brengen van potentiële stukken landbouwgrond.

Vervolgens geven de expert beide aan welke stap naar precisielandbouw te teler altijd moet zetten. De volgende handelingen zijn dus ook mogelijk te adviseren. Aan de hand van satellietbeelden is de heterogeniteit van een perceel in kaart te brengen, in combinatie met grondmonsters kan er een rendementsverbetering van 10-20% in vocht worden behaald. Wel moet onderbouwing in de variatie bekend zijn, volgens Herman. Deze onderbouwing is essentieel, omdat ook uit de literatuurstudie naar voren kwam dat sensoren niet overal onderscheidt in kunnen maken. Hierbij kunnen modellen een uitkomst bieden. Uit de beantwoording van Corné blijkt dat hij verwacht dat de stikstofbalans per perceel een stap is die gemaakt moet worden. Vooral uit het oogpunt om te weten wat men doet maar ook uit maatschappelijk oogpunt.

Zoals al blijkt uit de argumentatie van de expert, moeten de mogelijkheden van advies vooral in de basis plaatsvinden. Dat spiegelt ook met de behoefte uit de enquête, de behoefte naar de pH-waarde en organisch stofgehalte op zone-niveau. Corné geeft aan dat de investeringen door de versnippering in het landbouwgebied achterblijven, er is een onbalans in de dataverzameling. Bij een transitie in dataverzameling zullen er meerder mogelijke adviezen aangeboden kunnen worden. Herman heeft hier andere gedachten over, hij geeft aan dat de teler te zeker is van zijn teelwijze en dat zij niet verwachten dat een precisielandbouw toepassing een meer opbrengst levert. Er wordt veel gepraat over dit onderwerp, maar er wordt weinig gedaan aldus Herman.

Herman verwacht en hoopt dat menig veehouder, ruwvoerteler de voordelen van de toepassing van Smart-Farming en/of precisielandbouw in gaat zien. Hij verwacht dat de komende jaren de urgentie naar de basis verhoogd wordt. Corné geeft aan dat het gebruik van bodemherbicide verminderd gaat worden en dat irrigatie van maispercelen een opkomende hype wordt.

4.1.3 WAT ZIJN DE JUISTE HANDVATTEN VOOR HET TOEPASSEN VAN PRECISIELANDBOUW?

Uit de afgenomen interviews met precisielandbouw gebruikers: Jacob van den Borne en Huibert Groeneveld, zijn hun toepassingen in precisielandbouw aan het licht gekomen. Jacob geeft aan meer toepassingen in andere gewassen te hanteren, maar gebruikt enkele toepassingen wel in de maisteelt van derden. In de proeftuin van Pallandtpolder waar Huibert grond pacht worden stelselmatig precisielandbouw technieken toegepast in de maisteelt.

De definitie van precisielandbouw is van beide heren verschillend. Jacob geeft aan dat het juiste moment, de juiste plek en de juiste teeltmaatregelen bij precisielandbouw erg van belang zijn. De modulering, dus de berekeningen, maken de toepassingen in precisielandbouw rendabel. Het behalen van een hoger efficiëntie in de teelt met behulp van het optimaal inzetten van machines is voor Huibert de definitie van precisielandbouw.

Voor beide geldt dat zij een GPS-stuursysteem hanteren om de toepassingen in precisielandbouw uit te voeren. Het gebruik van taakkaarten wordt ook door beide heren toegepast. Voor Huibert geldt dat het hele traject van potentiëkaart naar opbrengstkaart wordt doorgelopen. Hiermee behaalt hij op minder potentiële plekken een gelijke opbrengst als op potentiële plekken, dit is te behalen door een variatie in de dichtheid van maiszaad te hanteren. Hij geeft aan dat er een opbrengstverhoging in product van 10 procent aanwezig is. Jacob beargumenteert de essentie van precisielandbouw meer vanuit de gewasbeschermingsmiddelen kant, hierin is zowel maatschappelijk, milieutechnische als kostenbesparend wat te halen. Ook wordt de kennis achter de teelthandelingen door hem genoemd als essentieel kennis.

De stappen die maistelers altijd moeten zetten, is het gebruik maken van satellietbeelden. Hiermee kan volgens Jacob overlap worden geminimaliseerd. Huibert geeft aan dat met de juiste optimalisatie overal 60 ton product mais geoogst kan worden, deze uitspraak komt deels overeen met de literatuur waarbij ook gesproken wordt over een niet benutte potentie van de bodem. De bodemscan en taakkaarten kosten hem ongeveer 100 euro per hectare, deze kosten heb je al snel terug in de besparing van maiszaad maar ook de meer opbrengst.

De financiële steun zou hoger mogen zijn, ook ten aanzien van de voedselzekerheid vertelt Huibert. Jacob geeft aan meer financiële steun te willen zien in de kennisverbreding. Maar met gratis kennis wordt volgens hem vaak weinig gedaan, pas als ondernemers er voor betalen wordt men geloofd. Beide ondernemers geven aan dat het bestuderen van taakkaarten of bodemscans, heel waardevol kan zijn.

Hierdoor geloven ze ook allebei in de actie op basis van de taakkaart. Huibert verwacht dat er in de bemesting van maispercelen exacter toegediend kan worden. De bemesting zou op zone-niveau kunnen plaatsvinden, waarbij een na bemesting via het blad op plantniveau uitgevoerd kan worden. Jacob gelooft meer in de basisverbetering, er moet geanticipeerd worden op de grond. Dat is ook een punt waar de experts op hameren, zorg dat de basis goed is. De bodemscans en/of satellietbeelden zijn uitermate geschikte bronnen om deze verbetering de bewerkstellen.

Wat de toekomst volgens Huibert gaat worden weet hij niet zo goed, er is in de afgelopen 20 jaar veel veranderd. Wie weet gebeurt dat in de komende 20 jaar ook wel. Een Robotisering is een mogelijke vervolgstap en dat kan Jacob ook beamen. Jacob heeft het zelf over Artificieel intelligence, waarbij een robot zijn eigen kennis opbouwt en vervolgens in het perceel op eigen initiatief acties uitvoert. Beide vervolgstappen zijn groter stappen, zeker als je kijkt naar de niet bekende urgentie van precisielandbouw.

4.2 HET PROCES

Het onderzoek in grote lijnen naar verwachting verlopen. Voorafgaand is aangegeven dat de juiste volgorde in het behandelen van de deelvragen aangehouden moet worden, dit heeft er voor gezorgd dat de antwoorden zich hebben versterkt. Er zijn meerdere personen gecontacteerd dan voorafgaand beschreven. De uiteindelijk bereikte personen hebben allemaal een bijdrage geleverd aan het onderzoek. Niet alle benaderde personen zijn onder gelijke omstandigheden gesproken, dit heeft het proces mogelijk beïnvloed. Ondanks dat zijn het ondernemers die weten waar ze over praten, waardoor zij naar alle waarschijnlijkheid niet bezwijken onder bepaalde druk van buitenaf. Limagrain heeft de opgestelde enquête in hun veehouderij klanten bestand verspreidt. De enquête heeft 4 dagen open gestaan, dit mag bij een vervolg onderzoek langer zijn.

De combinatie in het spreken van maistelers, precisielandbouw expert en precisielandbouw gebruikers maakt het onderzoek informatief. Door vanuit verschillende invalshoeken het onderwerp te belichten, is er een representatieve conclusie getrokken. Met de opgedane kennis uit het vooronderzoek heeft de auteur zich goed ingelezen in het vakjargon, waardoor de auteur en de geïnterviewde op een gelijk niveau hebben kunnen communiceren.

Tenslotte zijn er volgens de steekproefgrootte niet voldoende respondenten die de enquête hebben ingevuld. Men wilde een betrouwbaarheidspercentage van 95% behalen met een foutmarge van 5%. Uiteindelijk is er een foutmarge van 5.95 behaald, waarmee het betrouwbaarheidspercentage op 94,05% komt (surveymonkey, 2022). Het onderzoek is dus minder betrouwbaar dan de doelstelling.

4.3 DE METHODE

Onverwachte resultaten kunnen het gevolg zijn van een onvoldoende beschreven methode. Voor de enquête of interviews zijn andere aanpakmethodes geformuleerd.

4.3.1 ENQUÊTE

Vanwege een kwantitatief onderzoek is een enquête verspreiden, de geschiktste onderzoeksmethode voor een groot bereik. Op basis van de opgedane informatie uit het vooronderzoek heeft de auteur de enquête vragen opgesteld. Uit verschillende opmerkingen uit de laatste vraag van de enquête blijkt dat de respondenten moeite hadden met de interpretatie van bepaalde begrippen. De auteur verwacht dat de leeftijd van de respondenten daar een mogelijke oorzaak van is. Ook is de openstelling vrij kort geweest, wat respondentenreacties heeft gekost. Over het succespercentage is voorafgaand geen verwachting uitgesproken. Het succespercentage van 51,9 procent is laag, 236 mensen hebben de enquête wel geopend maar niet volledig afgerond. Onbekende literatuur is een mogelijke oorzaak van het lage succespercentage. Desinteresse in het onderwerp precisielandbouw is ook een mogelijke oorzaak van een laag succespercentage, vaak is er dan ook geen kennis over het vakjargon.

4.3.2 INTERVIEWS

Met het afnemen van interview is een kwalitatief onderzoek uitgevoerd. De personen gaven duidelijke antwoorden, waardoor de auteur ook vervolgvragen kon stellen. Gedurende het gesprek kwam de auteur erachter dat sommige vragen al beantwoord waren of dat vragen niet begrepen werden. De vragen zouden bij een vervolgonderzoek op voorhand al herhaaldelijk getest mogen worden. De verwachte experts zijn ook daadwerkelijk benaderd en geïnterviewd.

De interviews met gebruikers van precisielandbouw bevatten meningen, waardoor de betrouwbaarheid lichtelijk discutabel is. De interviews zijn heel waardevol geweest, ze geven een inzicht in welke handvatten gewassentelers van nu inzetten. Naar verwachting zouden deelnemers van verschillende projecten benaderd worden voor interviews. Er zijn voorafgaand aan het uitvoeren van de interviews geen concrete namen genoemd, dit zijn uiteindelijk Jacob van den Borne en Huibert Groeneveld geworden, beschikbare deelnemers van NPPL.

HOOFDSTUK 5. CONCLUSIE & AANBEVELINGEN

De conclusie in het onderstaande hoofdstuk komt voort uit de beantwoording van de hoofdvraag. Met behulp van de deelvragen is dit antwoord verkregen. Vervolgens zijn er aanbevelingen benoemd waarbij een eventuele vervolgonderzoek baat heeft.

De doelstelling van de scriptie is het achterhalen van de behoefte in de juiste handvatten voor de toepassing van precisielandbouw in de maisteelt. Wanneer deze behoefte er daadwerkelijk is, kunnen de teeltadviezen voort komen uit waargenomen sensorgegevens. Met wederhoor van experts en gebruikers van precisielandbouw kan de behoefte van de maistellers worden ingevuld. Waarna beoogde gebruikers van precisielandbouw toepassingen inzicht krijgen in de mogelijke optimalisatie van de maisteelt.

5.1 CONCLUSIE

In de opgestelde enquête is de werkwijze en toekomstige behoefte van een melkveehouder, die maisteelt, getoetst. Na het verkrijgen van een algemeen beeld over de respondenten, wat betreft leeftijd, locatie en omvang bedrijf, is er een reeks behoeften in teeltadviezen voorgelegd. Een overgroot deel gaf aan dat zij hun teelt op perceelniveau benaderen. De behoefte om op zone-niveau bodemparameters in beeld te brengen is aanwezig. Op basis van dat beeld willen zij de pH-waarde en het organische stofgehalte in de bodem optimaliseren.

Met het oog op de gewasperiode, hebben de respondenten behoefte aan een melding voor het optimale zaaimoment. Ook de optimale bespuiting, waarbij in een bepaald bladstadium het gewasbeschermingsmiddel kan worden toegediend, is gewild. De behoefte naar een vroegtijdige herkenning van ziekten en belemmeringen in de maisteelt, kent ook zijn urgentie bij de respondenten.

Tenslotte geeft men aan, de behoefte naar het optimale oogstmoment op basis van droge stof percentage, te hebben. Een aantal ondernemers gaven al aan een vers monster te laten onderzoeken, zij zijn dus in lichte mate al voorzien in de behoefte van een teeltadvies. De voorgaande behoeften van de maisteler wil men op basis van een teelt ondersteunende tool verkrijgen. Dit advies willen zij via een applicatie op een telefoon, aan de hand van een periodieke melding en een persoonlijk advies.

Men kan concluderen dat de meerderheid geen behoefte heeft aan een teeltadvies op basis van een teelt ondersteunende tool. Voor respondenten die wel aangeven die behoefte te hebben, is het optimale bespuiting tijdstip van een gewasbeschermingsmiddel van belang.

Uit de interviews blijkt dat de experts beiden een ander invulling van precisielandbouw definiëren. Dat maakt het nog niet onmogelijk om de maisteler te adviseren op basis van beschikbare sensorgegevens. Uit de interviews kwam naar voren dat het advies voor de maisteler meer gericht moet zijn op de basis. De behoefte om op zone-niveau het organische stofgehalte en de pH-waarde te optimaliseren kan ingevuld worden, experts zien hier ook voordelen in. Een opbrengstmeting op de maisoogstmachine is mogelijk, deze zijn al actief in de praktijk.

Wat niet in de behoefte enquête is ondervraagd, is een opbrengstkaart. Een opbrengstkaart realiseren is wel degelijk mogelijk, deze kaart is de basis voor de volgende teelt. De bodemherbicide die plaats specifiek wordt toegediend, is ook ingezet in de praktijk. Wanneer modellen een goede onderbouwing kennen is er een mogelijkheid om te adviseren op basis van sensorgegevens en vervolgens de toediening op plantniveau te hanteren.

Men kan concluderen dat de voornaamste behoefte 'optimale bespuiting' uit de enquête niet zomaar kan worden ingevuld. De sensor kan waarnemen, maar het onderscheidt in gewas en onkruid is moeilijk te maken. Andere behoeften uit de enquête, zoals bodemparameters op zone-niveau inzichtelijk krijgen en optimale oogstmoment op basis van droge stof percentage kunnen op dit moment wel al op basis van sensorgegevens worden ingevuld.

Ook elke gebruiker van precisielandbouw heeft een ander beeld bij het begrip precisielandbouw. Vele toepassingen van precisielandbouw worden gebruikt, een essentieel onderdeel om deze maatregelen uit te voeren is een GPS-stuursysteem, dat blijkt uit de interviews met gebruikers van precisielandbouw toepassingen. Om het maximale rendement uit je toepassingen te halen, is het rendabel om van potentiekaart naar opbrengstkaart te werken. Een opbrengstverhoging van 10 procent is te behalen als men het traject optimaliseert. De kostenbesparing, maatschappelijke acceptatie en milieutechnische voordelen van het minimaliseren van gewasbeschermingsmiddelen is te behalen met het toedienen op plant-niveau.

Een laagdrempelige manier van kennis maken met onderdelen van precisielandbouw, is het gebruik maken van satellietbeelden. Een taakkaart op basis van bodemscans of satellietbeelden is het juiste handvat om toepassingen in de precisielandbouw kracht achter te zetten. Met de juiste handvatten verkrijgen, bedoelt men ook het verbreden van de kennis. Een behoefte die niet is gepeild bij de enquête is het variabel toedienen van verschillende vorm mest. Uit de interviews met gebruikers van precisielandbouw, kwam deze toepassing wel ter sprake.

De juiste handvatten voor het toepassen van precisielandbouw in de maisteelt zijn niet volledig hard te maken. Wanneer men laagdrempelig iets wil toepassen, dan is dat het verbeteren van de basis (bodem) aan de hand van sensorgegevens op zone-niveau. Bij een grotere drang naar precisie, zijn de potentiekaarten met opbrengstkaarten een mogelijkheid om precisielandbouw toe te passen.

Met de conclusies van de hiervoor beschreven deelvragen kan de volgende hoofdvraag beantwoord worden.

“Welke teeltadviezen op basis van sensorgegevens geven de maisteler de juiste handvatten voor de toepassing van precisielandbouw in de maisteelt?”

Onder de juiste handvatten verstaat men, alle handvatten die een positieve bijdrage leveren aan de teelt van mais. De respondenten hebben behoefte aan een adviesmelding betreffende het optimale tijdstip van het toedienen van gewasbeschermingsmiddelen. Met dit advies kan de teler op het juiste moment de toediening laten plaatsvinden, waardoor het effectief werkt tegen ongewild gewas en het de goede gewassen niet stoort in hun groei. Aan de hand van een taakkaart op basis van dronebeelden is de precisielandbouw toepassing uit te voeren in de maisteelt. De aanbieder van een teeltadvies, kan zijn advies baseren op sensorgegevens vanuit verschillende bronnen.

5.2 AANBEVELINGEN

Uit het onderzoek blijkt welke teeltadviezen de juiste handvatten geeft aan een maisteler. Met dat advies kan de ondernemer de juiste toepassing in de precisielandbouw toepassen. Uit de interviews kwam naar voren dat de adoptie in precisielandbouw beperkt blijft. De toepassingen en de kennis zijn er, maar niet iedere maisteler ziet de meerwaarde er van in.

In figuur 27 worden aanbevelingen voor de doelgroepen: gebruikers, beoogde gebruikers en periferie van precisielandbouw genoemd.



Figuur 27 Aanbevelingen per doelgroep

Een gebruiker van precisielandbouw toepassingen heeft vaak voor de stap precisielandbouw, zijn basis al op orde. Toch is het verstandig om de teelt niet volledig te laten varen op precisietechnieken. De beoogde gebruikers moeten zich beseffen dat precisietechnieken pas resultaten laten zien op de lange termijn. Het rendement uit de optimalisatie zal pas na enkele teelt jaren zichtbaar zijn. Bedrijven die zich in de periferie van de landbouw bevinden en kennis van precisielandbouw hebben, kunnen inspelen op de naar voren gekomen behoeften uit de enquête. Hierbij is een digitale tool met ondersteuning van een adviseur, essentieel.

Wat betreft een verbetering van dit onderzoek, de enquête zou een grotere opkomst moeten hebben voor een hogere betrouwbaarheid. Na het voeren van de interviews met de expert, is de auteur op meerder vragen gekomen die men aan de respondenten had kunnen stellen. Het benaderen van een expert in het vooronderzoek zou bij een vervolgonderzoek een verrijking zijn. Een mogelijk vervolgonderzoek zou het daadwerkelijke rendement van precisielandbouw toepassingen in de maisteelt aan het licht kunnen brengen.

BIBLIOGRAFIE

- Blackmore, S. S. (2005). Robotic agriculture-the future of agricultural mechanisation. In *Proceedings of the 5th European conference on precision agriculture* (pp-621-628).
- Booij, D. i. (1997, december). Precisielandbouw als een kwestie van tijd. *Agro Informatica*, p. 2. Opgehaald op Februari 6, 2022
- Boom, N. v. (2017, december 8). Focus. Retrieved februari 14, 2022, Opgehaald van *Boerenbusiness*: <https://www.boerenbusiness.nl/tech/artikel/10876607/focus-voor-dronewerkers-op-melkveehouderij>
- Boon, T. d. (2019, oktober 17). Taal. Opgehaald op Januari 12, 2022, van *Trouw*: <https://www.trouw.nl/achterpagina/het-woord-boer-duidt-meer-aan-dan-alleen-een-beroep~b038d2cb/>
- Bouma, J. (1997). Precision agriculture: introduction to the spatial and temporal variability of environmental quality. *CIBA Foundation symposium* 210, 1997. doi:9780470515419
- British_Agricultural_Revolution*. (2021, Maart). Opgehaald op januari 3, 2022, van *Wikipedia*: https://en.wikipedia.org/wiki/British_Agricultural_Revolution
- CBS. (2015, november 22). Melkproductie. Opgehaald van *Centraal Bureau voor de Statistiek*: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2015/39/toename-melkproductie-na-aanpassing-zuivelbeleid>
- CBS. (2020). Begrippen. Retrieved januari 17, 2022, Opgehaald van *CBS*: <https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/begrippen/cultuurgrond>
- CBS. (2022, januari 28). Akkerbouwgewassen. Opgehaald van *StatLine*: <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/7100oogs/table>
- Corwin, D. L. (2003). Application of soil electrical conductivity to precision, *opgehaald op* februari 4, 2022
- Edelman-Vlam, H. d. (1976). De Nederlandse bodem in kleur. *Wageningen: Stichting voor Bodemkartering*. Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/411838>
- Elektromagnetisch spectrum. (2021, juli 9). Opgehaald van februari 8, 2022, van *Wikipedia*: https://nl.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetisch_spectrum
- Ensie. (2017, mei 12). Woordenboek. Opgehaald van *Ensie*: <https://www.ensie.nl/kadaster/polygoon>
- Eurofins. (n.d.). CEC is het voorraadvat van de bodem. *Wageningen: Eurofins-agro*. Opgehaald op maart 8, 2022, from https://www.eurofins-agro.com/uploads/downloads/Bemesting/EA_2p_CEC_NL_LR.pdf
- Eurofins-agro. (2019, maart 2). Wiki's. Opgehaald op februari 15, 2022, van *Eurofins-agro*: <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/wikis>
- Euspa. (2021, december 3). European space. Opgehaald op februari 7, 2022, from *Euspa.europa*: <https://www.euspa.europa.eu/european-space/eu-space-programme/what-gnss>
- Feenstra, Jelle. (2018, maart 2). Precisielandbouw sluipt het gras op. *Veeteelt*, 7. Opgehaald op februari 14, 2022
- Groot, W. (2020). Hoe ontwikkelt de landbouw zich. Opgehaald op januari 5, 2022, van *NPO kennis*: <https://npokennis.nl/longread/7692/hoe-ontwikkelt-de-landbouw-zich#id-5>

- Groten, J. (2021, december 6). Rundvee. (B. K. Swormink, Editor) Opgehaald op februari 18, 2022, van *De Boerderij*: <https://www.boerderij.nl/mais-past-in-toekomstige-melkveehouderij>
- Hoeksma, L. &. (2020, mei 7). De nederlandse economie. Opgehaald op januari 13, 2022, van CBS: <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/de-nederlandse-economie/2020/de-landbouw-in-de-nederlandse-economie>
- Holzapfel, C. B. (2009). Estimating canola (*Brassica napus* L.) yield potential using an active optical sensor. *Canada: Canadian journal of plant science*, 89(6), 1149. Opgehaald op februari 12, 2022
- Hoving, I. E. ((2015)). GrasMais-Signaal; adviessysteem precisielandbouw melkveehouderij: haalbaarheidsstudie naar het genereren van opbrengst-en voederwaardekengetallen met sensoren en modellen voor gras en snijmais. *Wageningen: Wageningen UR livestock Research*. Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/336249>
- Hoving, I. E. (2019). Schatten van grasopbrengst op basis van spectrale reflectie, grashoogte en modellering: Onderzoeksresultaten van een maaiproef op zand-klei en veengrond 2016-2017. *Wageningen: Wageningen Livestock Research*. doi:10.18174/508117
- Huete, A. R. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote sensing of environment, . *Arizona: University of Arizona*. doi:[https://doi.org/10.1016/0034-4257\(88\)90106-X](https://doi.org/10.1016/0034-4257(88)90106-X)
- Kempenaar, C. D. (2018). Sensoren en gewasmodellen voor precisielandbouw: Literatuuronderzoek DISAC deelproject E-pieper. *Wageningen: Stichting Wageningen University Research*. doi:10.18174/4498321
- Kempenaar, C. v.-D. (Wageningen). Op naar precisielandbouw 2.0. 2019: *Stichting Wageningen Research, Wageningen University & Research*. doi:10.18174/501552
- Klaas Blanken, A. E. (2021-2022). Kwantitatieve Informatie Veehouderij. *Wageningen: Wageningen Livestock Research*. Opgehaald op maart 8, 2022
- Lex, P. (n.d.). Precisielandbouw. Goirle.
- NPPL. (2021, augustus 10). Opgehaald op maart 8, 2022, van NPPL: <https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/door-wildgroei-aan-software-komt-precisielandbouw-niet-van-de-grond/>
- PBL. (2020, juli 21). duurzaam-voedsel. Opgehaald op januari 17, 2022, van *Themasites PBL*: <https://themasites.pbl.nl/o/duurzaam-voedsel/>
- Röös, E. B. (2017). Greedy or needy? Land use and climate impacts of food in 2050 under different livestock futures. *Global Environmental Change*, 47, 1-12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.09.001>
- Ros, G. H. (2012). Ontwikkeling van beslissingsondersteunende systemen voor het bijmesten van gewassen. . *Wageningen: NMI rapport*, 1454. Opgehaald van <https://www.precisielandbouw-openteelten.nl/ppnl/Portals/0/Documenten/Resultaten/075%20rapport%2013%20deel%20opdracht%201454.N.11%20-%20def.pdf>
- Schouten, C. (2021). Inzet van digitalisering voor een duurzame landbouw- en voedselketen en robuuste natuur. *Den Haag: Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit*. Opgehaald op februari 18, 2022
- Simons, G., & Droogers, P. (2016-17). Verkenning remote sensing producten voor het waterbeheer. *Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer*. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/382825>

- Stevens, R. (2017, juli 21). Management. Opgehaald op februari 9, 2022, van *Melkvee100plus*: <https://www.melkvee100plus.nl/Artikelen/Management/2017/7/Koe-benut-minder-dan-helft-ruwvoer-153130E/?intcmp=navigatiepijlen>
- Stienezen, M. W. (2005). Snelle meetmethoden als managementinstrument bij de teelt van ruwvoer. *Lelystad: Animal Sciences Group*. Opgehaald op februari 9, 2022, van <https://edepot.wur.nl/23756>
- Stokkermans, P. (2021, september 8). Melkvee. Retrieved van *NieuweOogst*: <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2021/09/08/wur-onderzoeker-smart-farming-is-flinke-stap-voor-veehouders>
- SurveyMonkey. (2022, maart 9). Sample size calculator. Retrieved van *Surveymonkey*: <https://nl.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>
- surveymonkey. (2022, maart 29). Steekproefgrootte. Opgehaald op maart 29, 2022, van *Surveymonkey*: <https://nl.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>
- Survio. (2022). Enquete resultaten Precisielandbouw in de ruwvoerteelt. Goirle: *Survio*. Opgehaald op <https://www.survio.com/survey/d/V5K8D3V3H6W6M7L9Q>
- Survio. (2022, maart 1). MySurvio. Opgehaald op maart 1, 2022, van *Survio*: <https://my.survio.com/>
- Taakkaart. (2022). Opgehaald op februari 14, 2022, van *Vantage-Agrometius*: <https://www.vantage-agrometius.nl/nieuws/10-tips-voor-een-goede-taakkaart/>
- Van der Wal, T. V.-R. (2017). Doorontwikkeling van de precisielandbouw in Nederland: een 360 graden-verkenning van de stand van zaken rond informatie-intensieve landbouw en in het bijzonder de plantaardige, openluchtteelt (No. 2820). *Wageningen: Wageningen Environmental Research*. doi:10.18174/418241
- Van Der Weijden, W. (2019, april 6). Groene revolutie. Opgehaald op januari 15, 2022, van *Boerderij*: <https://www.boerderij.nl/nieuwe-groene-revolutie>
- Van Zanden, J. L. (1991). The first green revolution: the growth of production and productivity in European agriculture, 1870-1914. *Economic History Review*, 215-239. doi:10.2307/2598294
- Voskuilen, M. (2022, januari 13). Grondgebruik. Opgehaald op februari 14, 2022, van *Agrimatie*: <https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2286&indicatorID=2911#:~:text=In%202020%20is%20het%20areaal,5%25%20af%20tot%20205.000%20ha.&text=Dat%20is%2068%25%20van%20het,het%20areaal%20snijmais%20is%20afgenomen>
- Wat is GNSS. (2021). Opgehaald op maart 8, 2022, van *VandenBorne*: <https://www.vandenborneaardappelen.com/nl/wat-is-gnss>
- Weisdorf, J. L. (2005). From foraging to farming: explaining the Neolithic Revolution. *Journal of Economic surveys*, 19(4), 561-586. doi:<https://doi.org/10.1111/j.0950-0804.2005.00259.x>
- Wikipedia. (2021, maart 21). NDVI. Opgehaald op februari 11, 2022, van *Wikipedia*: https://nl.wikipedia.org/wiki/Normalized_Difference_Vegetation_Index
- WUR. (2018-2019-2020). BIN. Opgehaald op maart 8, 2022, van *Agrimatie*: <https://www.agrimatie.nl/Binternet.aspx?ID=15&Bedrijfstype=11&SelectedJaren=2021@2020@2019@2018&GroteKlassen=Alle%20bedrijven>

wur. (2022). Dossier Precisielandbouw. Opgehaald op januari 17, 2022, van *wur*:
<https://www.wur.nl/nl/dossiers/dossier/dossier-precisielandbouw.htm>

Deelvraag 1: 'Heeft een maisteler behoefte aan een teeltadvies op basis van een teelt ondersteunende tool en zo ja, welke?'

Een kwantitatief (gesloten vragen) onderzoek naar de behoeften van teeltadviezen op basis van een teelt ondersteunend tool. Op basis van sensor gegevens, indexcijfers, weersinvloeden en grondeigenschappen zijn vele toepassingen/adviezen mogelijk. Adviezen in combinatie met de toepassing van precisielandbouw geeft de maisteler handvatten om de teelt naar een hoger leven te brengen.

Enquête:

Voor mijn afstudeerscriptie naar de behoefte precisielandbouw in de ruwvoerteelt worden maistelers uitgenodigd om een enquête in te vullen. De enquête bestaat uit 22 meerkeuze vragen, wat 5 tot 10 minuten in beslag neemt. Met het invullen van de enquête helpt u mij bij het uitvoeren van het onderzoek. Voor deelname hoeft u geen persoonlijke gegevens achter te laten.

Algemeen

1. Wat is de leeftijd van de ondernemer?

- a) <20 jaar
- b) 20-30 jaar
- c) 30-44 jaar
- d) 45-55 jaar
- e) 56-66 jaar
- f) >66 jaar

2. In welke provincie staat uw bedrijf?

- a) Noord-Holland
- b) Zuid-Holland
- c) Zeeland
- d) Noord-Brabant
- e) Utrecht
- f) Flevoland
- g) Friesland
- h) Groningen
- i) Drenthe
- j) Overijssel
- k) Gelderland
- l) Limburg

3. Wat is de omvang (in hectare landbouwgrond) van uw bedrijf?

- a) <10
- b) 10-20
- c) 20-30
- d) 30-40
- e) 40-50
- f) 50-60
- g) 60-70
- h) >70

4. Teelt u mais, zo ja hoeveel hectare?

- a) <10 hectare
- b) 10-20 hectare
- c) 20-30 hectare
- d) 30-40 hectare
- e) 40-50 hectare
- f) >50 hectare
- g) Nee

5. Op welke manier teelt u mais?

- a) Gangbaar
- b) Biologisch
- c) Biodynamisch

6. Op welke grondsoort teelt u de mais?

- a) Kleigrond
- b) Lössgrond
- c) Zandgrond
- d) Veengrond

De volgende vragen hebben betrekking op de teelt van mais.

Bodem

7. Met welke meetmethoden brengt u de bodemchemie, -biologie en -fysica in beeld?

- a) Een puntmeting (grondmonster in het Laboratorium)
- b) Een vlakdekkende meting (bodemscan) elektromagnetische kring (EMI)
- c) Een vlakdekkende meting (bodemscan) elektrisch geleidbaarheid (EC)
- d) Middels Remote Sensing (drone)
- e) (N.v.t.)

8. Heeft u behoefte in een overzichtskaart waarin op zone-niveau bodemparameters zijn weergegeven?
- a) Ja, de pH
 - b) Ja, een hoogtekaart
 - c) Ja, het organische stof gehalte
 - d) Ja, de bodemdichtheid
 - e) Nee, hierin heb ik geen interesse
 - f) Nee, die kennis heeft voor mij geen meerwaarde
 - g) Nee, omdat...
9. Op welk niveau brengt u vormen van mest en/of kalk toe?
- a) Perceel niveau (op basis van de verschillen tussen percelen)
 - b) Zone-niveau (op basis van de verschillen binnen een perceel)
 - c) Plantniveau (op basis van de verschillen tussen individueel (groepen) planten)
10. Heeft u behoefte aan een hoger niveau van precisie bemesten en bekalken van uw percelen?
- a) Ja, ik wil op zone-niveau gaan toedienen
 - b) Ja, ik wil op plantniveau gaan toedienen
 - c) Nee, hierin heb ik geen interesse
 - d) Nee, die kennis heeft voor mij geen meerwaarde
 - e) Nee, omdat....
11. Heeft u behoefte in een teelt ondersteunend advies waarin de bodemtemperatuur wordt weergegeven?
- a) Ja, ik wil graag de actuele bodemtemperatuur weten
 - b) Ja, dan kan ik de optimale zaaiomstandigheden in beeld brengen
 - c) Nee, ik gebruik daarvoor een puntmeting (bodensensor/thermometer)
 - d) Nee, hierin heb ik geen interesse
 - e) Nee, die kennis heeft voor mij geen meerwaarde
 - f) Nee, omdat...
12. Heeft u behoefte aan een variatie in de dichtheid van het zaaipatroon? (potentiële zones hogere dichtheid, minder potentiële zones lagere dichtheid)
- a) Ja, hiermee verhoog ik mijn opbrengsten
 - b) Ja, dat is milieu technische efficiënt
 - c) Ja, dit pas ik al toe in mijn teelt.
 - d) Nee, hierin heb ik geen interesse
 - e) Nee, die kennis heeft voor mij geen meerwaarde
 - f) Nee, omdat...

Gewas

13. Heeft u behoefte aan een teelt ondersteunde advies, waarbij ziektes en belemmeringen op zone-niveau in beeld worden gebracht?
- a) Ja, ik wil vraatschade in een vroeg stadium herkennen
 - b) Ja, ik wil stengelrot in een vroeg stadium herkennen
 - c) Ja, ik wil builenbrand herkennen
 - d) Nee, hierin heb ik geen interesse
 - e) Nee, die kennis heeft voor mij geen meerwaarde
 - f) Nee, omdat...
14. De volgende handelingen kunnen op basis van sensor- en datagegevens worden geadviseerd. In welke teelt ondersteunend advies heeft u behoefte?
- Advies voor:
- a) Melding voor optimale zaaidatum
 - b) Melding voor optimale beregeningsdatum
 - c) Melding voor optimale bespuiting
 - d) Melding voor optimale bladbemesting

Oogst

15. Welke oogstmethode wordt er toegepast?
- a) Corn Cob Mix (CCM)
 - b) Maiskolvenschroot (MKS)
 - c) Snijmais
 - d) Korrelmais
 - e) Afhankelijk van ruwvoerpositie
16. Op basis van welke gegevens bepaalt u het optimale oogstmoment?
- a) Een oogstdatum applicatie
 - b) Veldwaarneming
 - c) Kalenderteelt
17. Maakt u bij het oogsten gebruik van een opbrengst- en kwaliteitsmeting?
- a) Ja, op basis van sensor gegevens op de oogstmachine
 - b) Ja, op basis van wegen en een monstername
 - c) Nee, hierin heb ik geen interesse
 - d) Nee, die kennis heeft voor mij geen meerwaarde
 - e) Nee, ik wacht het kuilmonster af
 - f) Nee, omdat...

18. Heeft u behoefte aan een teelt ondersteunend advies waarin de opbrengst (product) per hectare is weergegeven?

- a) Ja, hierdoor kan ik een planning maken voor de verkoop of koop
- b) Ja, uit interesse
- c) Nee, hierin heb ik geen interesse
- d) Nee, die kennis heeft voor mij geen meerwaarde
- e) Nee, omdat...

19. Heeft u behoefte aan een teelt ondersteunend advies waarin het droge stof percentage per hectare is weergegeven?

- a) Ja, om de optimale oogstdatum te bepalen
- b) Ja, uit interesse
- c) Nee, ik laat een vers monster nemen
- d) Nee, die kennis heeft voor mij geen meerwaarde
- e) Nee, omdat...

Afsluitend

20. Op welke manier moet de teelt ondersteunende tool geraadpleegd worden?

- a) Een applicatie op een telefoon
- b) Een applicatie op een computer
- c) Een periodieke melding via de mail
- d) Een persoonlijk advies

21. Een essentieel onderdeel voor de toepassing van precisielandbouw is het gebruik van een positie en navigatie systeem (GNSS). Heeft u behoefte in het gebruik van een positie en navigatie systeem in uw teelt?

- a) Ja, hiermee verhoog ik mijn opbrengsten
- b) Ja, ik gebruik een GPS-stuursysteem.
- c) Ja, ik gebruik een GPS-stuursysteem en verschillende werktuigen zijn ook uitgerust voor een plaats specifieke handeling
- d) Nee, hierin heb ik geen interesse
- e) Nee, die toepassing heeft voor mij geen meerwaarde
- f) Nee, Het kostenplaatje is te hoog

22. Heeft u nog opmerkingen over dit onderwerp?

a)

Bedankt voor uw tijd!

Met vriendelijke groet,

Lex Pijnenburg

Student Aeres Hogeschool, Dier en Veehouderij Agrarische ondernemerschap

Wilt u de resultaten en conclusies op basis van ingevulde enquête inzien? Neem dan contact op met 3027130@aeres.nl

.....
CORNÉ KEMPENAAR & HERMAN KREBBERS

Een kwalitatief onderzoek (open vragen) naar de mogelijkheden in het adviseren van een maisteler. Welke ontwikkelingen zijn er op dit moment? Met mogelijke antwoorden kan men de maisteler in zijn behoefte voorzien.

1. Wat is uw naam?
2. Voor welk bedrijf bent u werkzaam?
3. Welke functie vervult u op het bedrijf?
4. Hoelang vervult u deze functie al?
5. Wat zijn de dagelijkse onderwerpen waarmee u in aanraking komt?
6. Wat is volgens u de definitie van 'precisielandbouw'?
7. In welke toepassing van precisielandbouw ziet u de meeste voordelen?
8. Welke stap in de toepassing van precisielandbouw moet elke teler nemen?
9. Zijn er nadelen aan het toepassen van precisielandbouw?
10. Komt er voldoende stimulans vanuit de overheid, om in precisielandbouw te investeren?
11. Wat zijn de toekomstverwachtingen van precisielandbouw in de maisteelt?
12. Wilt u nog iets toevoegen aan dit gesprek over precisielandbouw?

Bedankt voor uw tijd!

Wilt u de resultaten en conclusies op basis van het gevoerde interview inzien? Neem dan contact op met 3027130@aeres.nl.

JACOB VAN DEN BORNE & HUIBERT GROENEVELD

Een kwalitatief onderzoek naar de bevindingen van precisielandbouw gebruikers. Passen zij ook precisielandbouw toe op de maisteelt? Optimaliseert het hun maisteelt?

1. Wat is uw naam?
2. Wat is uw leeftijd?
3. In welke provincie staat uw bedrijf?
4. Wat is de omvang (in hectare landbouwgrond) van uw bedrijf?
5. Wat is de hoofdactiviteit van uw bedrijf?
6. Is een maisteelt onderdeel van uw bouwplan?
7. Welke teeltmethode past u toe bij mais?
8. Wat is de meeste voorkomende grondsoort op uw bedrijf?
9. Wat is volgens u de definitie van 'precisielandbouw'?
10. Welke parameter in de maisteelt levert volgens u het meest op?
11. Kunt u een kostenplaatje ramen van de precisielandbouw in de ruwvoerteelt?
12. Wat stimuleert u, in alle mogelijke vormen, om te investeren in precisielandbouw?
13. Heeft u harde cijfers dat precisielandbouw rendement oplevert, zo ja kun u ze toelichten?
14. Kunt u beamen dat er veel onwetendheid is, wat betreft toepassingen van precisielandbouw?
15. Is er genoeg financiële steun om een transitie naar precisielandbouw mogelijk te maken?
16. Op welk aspect van de maisteelt wilt u komende jaren optimaliseren?
17. Met welke investering kunt u deze optimalisatie bereiken?
18. Wat zijn de toekomstverwachtingen van precisielandbouw in de maisteelt?
19. Wilt u nog iets toevoegen aan dit gesprek over precisielandbouw?

Bedankt voor uw tijd!

Wilt u de resultaten en conclusies op basis van het gevoerde interview inzien? Neem dan contact op met 3027130@aeres.nl.



Naam:

Klas:

*De beoordelingscriteria die met een * zijn aangegeven, zijn 'killing points'. Wanneer de beoordelaar daarvan meer dan vijf heeft aangekruist, dien je het rapport/verslag op alle onvoldoende onderdelen te verbeteren. In het afstudeerwerkstuk zijn geen 'killing points' toegestaan.*

1. Het taalgebruik

- ☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typefouten per duizend woorden; het rapport/verslag is dan afgekeurd*
- ☐ Heeft een actieve schrijfstijl*
- ☐ Is zakelijk, formeel en objectief *
- ☐ Is coherent (verwijs- en verbindingswoorden)*
- ☐ Heeft een adequate interpunctie*
- ☐ Bevat niet de persoonlijke voornaamwoorden 'ik/mij/me, jij/je/jou, jullie, u, wij/we/ons' *
- ☐ Is doelgroepgericht*
- ☐ Heeft een uniforme stijl*

2. De ordening

- ☐ Het verslag/rapport heeft een logisch opbouw
- ☐ Elk hoofdstuk heeft een logische alineastructuur
- ☐ Elk hoofdstuk kent een introductie (m.u.v. H.1)

3. Het rapport/verslag

- ☐ Is vrij van plagiaat*
- ☐ De pagina's zijn genummerd*
- ☐ Heeft een uniforme opmaak

4. De omslag

- ☐ Bevat de titel
- ☐ Vermeldt de auteur(s)

5. De titelpagina/het titelblad

- ☐ Heeft een specifieke titel*
- ☐ Vermeldt de auteur(s)*
- ☐ Vermeldt de plaats en de datum*
- ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)*

6. Het voorwoord:

- ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag
- ☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan)

7. De inhoudsopgave:

- ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag*
- ☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n)
- ☐ Is overzichtelijk/gestructureerd
- ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing

8. De samenvatting:

- ☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag
- ☐ Bevat de conclusies
- ☐ Bevat suggesties voor verder onderzoek

- ☐ Bevat geen persoonlijke mening
- ☐ Staat direct na de inhoudsopgave

9. De inleiding

- ☐ Is hoofdstuk 1*
- ☐ Beschrijft het kader/de context en de aanleiding*
- ☐ Geeft inhoudelijke relevante achtergrondinformatie*
- ☐ Bevat de probleemstelling/de onderzoeksvraag*
- ☐ Vermeldt het doel*
- ☐ Bevat een leeswijzer voor het rapport/verslag*

10. Materiaal en methode

- ☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Motiveert de keuze voor de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Past bij de probleemstelling/de onderzoeksvraag*
- ☐ Beschrijft de variabelen/eenheden
- ☐ Beschrijft de methode van data-analyse

11. De (opmaak van de) kern

- ☐ De hoofdstukken en de (sub)paragrafen met maximaal drie niveaus zijn genummerd*
- ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel
- ☐ Een hoofdstuk beslaat ten minste één pagina
- ☐ Een nieuw hoofdstuk begint op een nieuwe pagina
- ☐ De zinnen lopen door (geen 'enter' binnen een alinea gebruiken)
- ☐ De figuren zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (onder de figuur)*
- ☐ De tabellen zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (boven de tabel)*
- ☐ Tabellen en figuren zijn zelfstandig te begrijpen
- ☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen*
- ☐ De tekst bevat verwijzingen naar de desbetreffende bijlage(n)
- ☐ De tekst is ook zonder verwijzingen te begrijpen

12. De discussie

- ☐ Vermeldt de interpretatie(s) van de resultaten
- ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur
- ☐ Geeft de valide argumentatie weer
- ☐ Evalueert de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen

13. De conclusies en aanbevelingen

- ☐ Bevatten antwoord(en) op de onderzoeksvraag
- ☐ Zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ Bevatten geen nieuwe informatie*

14. De bronvermelding

- ☐ Verwijzingen in de tekst zijn conform de APA-normen*
- ☐ De bronnenlijst is conform de APA-normen*

15. De bijlagen

- ☐ Zijn genummerd
- ☐ Zijn voorzien van een passende titel
- ☐ Bevatten geen eigen analyse
- ☐ Zijn overzichtelijk weergegeven