

Wat weerhoudt de akkerbouwer om precisielandbouw toe te passen?

Onderzoeksrapport BO Precisielandbouw



HAS Kennistransfer & Bedrijfsopleidingen
Onderwijsboulevard 221
Postbus 90108
5200 MA 's-Hertogenbosch
Telefoon: (088) 890 3637

Documenttitel: Eindrapport BO Precision farming
Projectcode: RUC-2021-119745265

Opdrachtgever: Coen van Ruiten
Marien de Bakker
Peter van Oene

Projectleider: Ralf Köhne
Projectteam: Charlotte Eijkelenboom, Toon Waagmeester

Plaats: Rotterdam, Amersfoort, Den Bosch
Datum: 28 januari 2022

Voorwoord

Dit onderzoeksverslag is geschreven in het kader van de beroepsopdracht (BO) van de opleiding Geo Media & Design.

Deze BO is uitgevoerd voor de HAS Hogeschool in het kader van precisielandbouw. Wij, Charlotte en Toon, hebben beiden zowel op inhoudelijk als persoonlijk vlak erg veel geleerd tijdens deze BO.

Dit project zou initieel uitgevoerd worden met een medestudent Tuin- en Akkerbouw. Helaas kon hij niet deelnemen aan de BO als gevolg van een verkeersincident, wij hopen dat het snel beter met hem gaat.

Na de 20 leerzame weken van deze BO willen wij graag van de gelegenheid gebruik maken om een aantal mensen te bedanken die tijdens deze BO hebben meegeholpen.

Als eerste willen wij onze stagebegeleiders Ralf Köhne en Erno Bouma bedanken voor de begeleiding en de nuttige feedback. Ook willen wij graag Marien de Bakker en Peter van Oene bedanken voor hun hulp bij het vinden van informatie. Tot slot willen wij graag alle geïnterviewden bedanken voor het verstrekken van informatie en de interesse voor ons project.

Veel leesplezier.

Den Bosch
Rotterdam
Amersfoort

28 januari 2022

Samenvatting

Hedendaags zijn er veel technieken en data beschikbaar om precisielandbouw (PL) toe te passen. PL is op het juiste moment, op de juiste plek de juiste teeltmaatregel toepassen. Veel experts zien dit als de toekomst van de landbouw, maar het slaat nog niet overal aan.

De doelstelling van dit project is om de knelpunten en hoe met PL te beginnen in kaart te brengen. In dit onderzoek is gefocust op de akkerbouw. Om dit doel te bereiken is de volgende hoofdvraag opgesteld: *‘Wat weerhoudt de akkerbouwer om aan precisielandbouw te beginnen?’*

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn er verschillende stappen ondernomen. Door het literatuuronderzoek en het afnemen van interviews bij verschillende focusgroepen, waaronder docenten, studenten en PL experts, is er veel informatie verkregen over de knelpunten die akkerbouwers ervan weerhouden om met PL te beginnen. Ook is er door deze activiteiten inzicht verkregen in de belangrijkste stappen op met PL te beginnen.

De voornaamste knelpunten die ervoor zorgen dat een akkerbouwer niet met PL begint zijn:

- De Return On Investment (ROI) niet duidelijk is. Voordat er aan PL wordt begonnen is voor velen niet duidelijk wat een investering in PL op gaat brengen, waardoor er onzekerheid is of er wel tijd en geld in geïnvesteerd moet worden. Hierbij komt ook aan de orde dat de vervangingstijd van de precisiemachines onduidelijk is. Veel akkerbouwers zijn onzeker dat een investering van nu over enkele jaren onnodig is geweest, omdat de machines dan alweer verouderd zijn.
- De interoperabiliteit is ook een belangrijk knelpunt. Veel systemen die aangeschaft moeten worden kunnen niet met elkaar samenwerken, waardoor het heel ingewikkeld of bijna onmogelijk is om data met verschillende systemen uit te wisselen. Dit bemoeilijkt het om PL toe te passen. Een onderdeel hiervan is het ontbreken van standaardisatie van PL data en systemen.
- PL is erg complex en er is daarom is geen sprake van plug & play.
- Een volgend knelpunt is het wantrouwen bij de akkerbouwers om hun data te delen met derden en elders op te slaan. Zij vragen zich af wat er met hun data gebeurt en of er geen misbruik van wordt gemaakt als zij data delen. Omdat data een essentieel onderdeel is van PL, weerhoudt dit hen ervan om met PL te beginnen of dit verder te ontwikkelen.

Naast het onderzoek om de knelpunten te achterhalen is er ook onderzoek gedaan om een stappenplan om te stellen voor akkerbouwers over hoe ze met precisielandbouw kunnen beginnen. Volgens de uitkomsten van het onderzoek is het het beste om te beginnen met opbrengstmetingen, om te kijken waar de hoge en lage opbrengsten binnen het perceel plaatsvinden. Vervolgens is het uitvoeren van bodemscans erg van belang, zodat de akkerbouwer weet wat de samenstelling van de grond van zijn perceel is, en waar aanpassingen nodig zijn in de aanpak. De volgende stap is het toepassen van variabele precisielandbouwtechnieken, zodat de akkerbouwer op de juiste locatie en tijd op het perceel de juiste hoeveelheid van middelen toe kan dienen. Bij al deze processen is de precisietechniek GPS (locatie) erg van belang. Locatiebepaling is de kern van precisielandbouw omdat dit de plaatvariabele perceelbewerking mogelijk maakt.

Met de verkregen inzichten zijn er vervolgens ook adviezen opgesteld voor zowel de sector als het vervolgonderzoek.

De adviezen voor de sector zijn zowel het promoten van het gebruik en het ontwikkelen van protocollen, om de standaardisatie te verbeteren. De standaarden zullen ook de complexiteit van de PL kunnen verminderen, waardoor het aantrekkelijker zal zijn om er mee te beginnen. Wat betreft het wantrouwen in data delen vereist het bestuurskundige expertise en de wil bij beide partijen (akkerbouwers en de overheid) om het vertrouwen gezamenlijk te verbeteren.

Vervolgonderzoek zou uitgevoerd kunnen worden door onderzoek te doen naar de systemen (en organisaties) die de analyses over de data uitvoeren. Zo kan er inzicht ontstaan hoe het proces om van data tot informatie te komen eruit ziet op een technische manier.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
H1 Inleiding.....	8
H2 Materialen & Methodes.....	10
2.1 Methode literatuuronderzoek.....	11
2.2 Focusgroepen en methode interviews.....	11
2.2.1 Focusgroepen	11
2.2.2 Methode afname en uitwerking interviews.....	13
2.3 Methode infographics	13
H3 Wat is precisielandbouw en wat zijn hierbij de kansen en ontwikkelingen? (Deelvraag 1).....	14
3.1 Wat is precisielandbouw?	14
3.2 De ontwikkelingen.....	17
3.3 De kansen	18
3.4 Data in de precisielandbouw	19
3.4.1. Waarom is data van belang voor PL?	19
3.4.2. Waarom is er veel data maar nog geen informatie?.....	19
3.4.3. Metadata	20
3.4.4 Welke standaarden zijn er voor PL data?.....	21
H4 Knelpunten.....	23
4.1 Welke knelpunten ondervindt een akkerbouwer bij precisielandbouw? (Deelvraag 2)	23
4.2 Infographic.....	26
H5 Hoe ziet het stappenplan eruit voor een akkerbouwer om met precisielandbouw te beginnen (deelvraag 3) en een besluit te nemen op basis van data? (deelvraag 4).....	27
5.1 Stappenplan.....	27
5.2 Verdieping infographic stappenplan precisielandbouw.....	29
5.2.1 Locatiebepaling (GNSS/GPS)	29
5.2.2 Opbrengstmetingen	29
5.2.3 Bodemscans.....	31
5.2.4 Analyse/ advies.....	32
5.2.5 Besluit.....	32
H6 Conclusie	33
H7 Discussie.....	34
H8 Adviezen.....	36
Advies voor de sector in brede zin	36
Advies voor het vervolgproject	36

Literatuurlijst	37
Bijlage 1: Achtergronden en Expertise	40
Bijlage 2: Vragen Interviews	42
Bijlage 3: Interviews samengevat.....	45
Bijlage 4: 5S-Model.....	51
Laag 1: Strategy	52
Laag 2: Scope	53
Laag 3: Structure/Styleboard	54
Laag 4: Skeleton.....	55
Laag 5: Surface.....	56

H1 Inleiding

Anno 2022 is er veel data, techniek en kennis van precisielandbouw (PL) beschikbaar die het mogelijk maken om PL toe te passen. Ondanks dat een aanzienlijke groep akkerbouwers (meer dan 50 procent) precisietechnieken inzetten zijn er nog veel akkerbouwers die deze middelen en kennis nog niet gebruiken (nieuweoogst, 2020). Er is veel data beschikbaar, maar dat is nog geen informatie die akkerbouwers ondersteunt bij het nemen van besluiten voor hun perceel. Kortom, er is een goede aanleiding om PL verder te stimuleren en de informatie te verbeteren.

Deze BO valt binnen het project preciSIAlandbouw van de SIA call Praktijkkennis Voedsel en Groen. De HAS Hogeschool richt zich binnen dit project op het precisielandbouwthema kennis en advies (Projectvoorstel Praktijkkennis voor Voedsel en Groen, 2020).

Het project loopt van augustus 2021 tot en met februari 2022.

Het doel van deze BO is om de knelpunten van PL, en hoe te beginnen met PL in kaart te brengen. De opdracht is zowel de redenen te achterhalen en te onderzoeken waarom akkerbouwers niet starten met PL (knelpunten), als het onderzoeken naar hoe akkerbouwers geholpen kunnen worden om te starten met PL.

Om het hierboven beschreven doel te bereiken is de volgende hoofdvraag opgesteld:

‘Wat weerhoudt de akkerbouwer om precisielandbouw toe te passen?’

Om bovenstaande hoofdvraag te beantwoorden is deze opgedeeld in de volgende deelvragen:

1. Wat is precisielandbouw?
2. Welke knelpunten ondervindt een akkerbouwer bij precisielandbouw?
3. Hoe ziet het stappenplan eruit voor een akkerbouwer om met precisielandbouw te beginnen?
4. Hoe kan een akkerbouwer een besluit nemen op basis van data?

Om bovenstaande vragen te beantwoorden zijn er interviews afgenomen met verschillende focusgroepen en is er literatuuronderzoek gedaan.

De resultaten van het literatuuronderzoek en de interviews zijn vervolgens ook weergegeven in infographics.

Tot slot wordt er een advies gegeven aan de sector en voor het vervolg van het onderzoek.

Leeswijzer

Na de voorgaande inleiding komen in het tweede hoofdstuk, materialen en methodes, de projectactiviteiten en welke stappen er zijn genomen om tot de resultaten te komen aan bod. Dit wordt ook weergegeven in een stroomschema.

Vervolgens zal er in hoofdstuk drie een overzicht gegeven worden van wat PL inhoudt. In dit hoofdstuk wordt er gefocust op de ontwikkelingen en kansen van de PL en komt het onderwerp van data in PL aan bod.

Hierna, in hoofdstuk vier, komen de knelpunten aan bod. In dit hoofdstuk zullen ook veel uitkomsten van de interviews naar voren komen. Deze knelpunten zijn de uitkomsten van zowel literatuuronderzoek als de interviews, en dienen als input voor de infographic over de knelpunten, die ook in dit hoofdstuk te vinden is.

In hoofdstuk vijf komt het stappenplan opgesteld voor een akkerbouwer om te starten met PL, in de vorm van een infographic, aan de orde.

Vervolgens is in hoofdstuk zes de conclusie en te vinden.

Hieropvolgend komt in hoofdstuk zeven de discussie aan bod.

In hoofdstuk acht, adviezen, zijn de adviezen geformuleerd voor zowel de landbouwsector als de opvolgers van deze BO.

In de bijlage zijn onder andere de vragen en de samenvattingen van de interviews toegevoegd. Ook zijn de achtergronden van de geïnterviewden beschreven. Verder is hier ook het designproces van de infographics te vinden.

H2 Materialen & Methodes

De uitvoering van de BO PL bestaat uit verschillende stappen en activiteiten.

Het stroomschema van deze activiteiten is te vinden in afbeelding 2: Stroomschema BO precisielandbouw.

Om antwoord te krijgen op de hoofdvraag zijn er voor dit project verschillende deelvragen beantwoord die sterk samenhangen met de interviews en het literatuuronderzoek dat is uitgevoerd.

Om antwoord te krijgen op de hoofd- en deelvragen is er eerst onderzoek gedaan naar wat PL in zijn algemeen inhoudt en wat de algemene problemen en ervaringen met PL zijn.

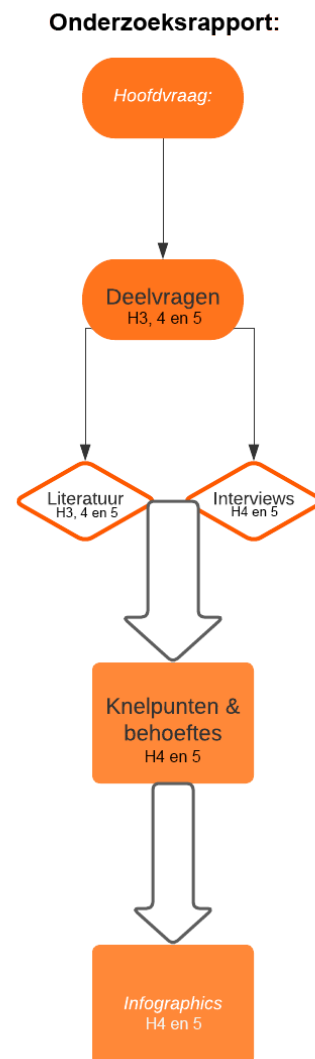
Er wordt beknopt ingegaan op de werking van een aantal geselecteerde PL technieken, maar de aandacht ligt vooral op het gedrag tegenover de adoptie van PL. Deze BO is specifiek gericht op PL bij akkerbouw om de reikwijdte van het project te beperken.

Om een beeld te krijgen wat precies de problemen en toepassingen van PL zijn, zijn er interviews afgenomen met verschillende partijen. Deze partijen zijn te vinden in paragraaf 2.2.1.

Uit de interviews zijn diverse zaken naar voren gekomen.

Deze zijn gevalideerd en ook meegenomen in het literatuuronderzoek. De uitkomsten van de interviews en het literatuuronderzoek hebben uiteindelijk geleid tot het rangschikken van de knelpunten en een stappenplan voor de akkerbouwer om te starten met PL.

De resultaten van bovenstaande activiteiten (literatuuronderzoek, interviews) zijn gepresenteerd in de vorm van infographics en beschreven in het onderzoeksrapport.



Afbeelding 2: Stroomschema BO Precisielandbouw.

2.1 Methode literatuuronderzoek

Het literatuuronderzoek is uitgevoerd door op zoek te gaan naar literatuur op het web. Ook zijn er vanuit de interviews rapporten verkregen van verschillende onderzoeken naar PL die zijn uitgevoerd binnen verschillende hogescholen.

Er is vooral gefocust op literatuur met als onderwerp kansen, problemen en ontwikkelingen bij PL. De literatuur is gebruikt om de antwoorden en conclusies uit de interviews te onderbouwen (checks and balances), dit zal terug te vinden zijn in de verschillende hoofdstukken.

2.2 Focusgroepen en methode interviews

2.2.1 Focusgroepen

Door verschillende akkerbouwers te interviewen, sommigen die nog niet heel ervaren zijn met PL, en anderen die al langer bezig zijn met PL, zijn de algemene problemen, concrete overwegingen, behoeftes en vragen met betrekking tot deze mogelijke overstap in kaart gebracht. De informatie uit deze interviews is vervolgens nader onderzocht met ondersteuning in het literatuuronderzoek.

De expertise en ervaring per geïnterviewde is te vinden in bijlage 1: *Expertise en achtergronden geïnterviewden*.

De vragen die tijdens de interviews zijn gesteld zijn te vinden in bijlage 2: *Vragen interviews*.

In totaal zijn er negen interviews afgenomen. Dit was het gewenste aantal interviews, echter is de verhouding tussen de focusgroepen wel anders dan gepland. Er zijn minder studenten en meer NPPL-leden geïnterviewd, aangezien er weinig respons was van de studenten, en meer dan verwacht van de NPPL-deelnemers.

De interviews zijn afgenomen bij selectieve groepen die hieronder nader worden toegelicht. Er is voor de interviews gekozen om te selecteren op kwaliteit. Kwaliteit werd van groter belang geacht dan kwantiteit, aangezien de motivaties, meningen, en ervaringen van de focusgroepen bij dit onderzoek van groot belang waren teneinde beter inzicht te krijgen in de knelpunten en oplossingen van PL.

Er zijn vier focusgroepen geïnterviewd.

Groep 1:

Boeren werkzaam in de NPPL-Groep (Nationale Proeftuin Precisie Landbouw).

Aantal afgenomen interviews: 4 (één NPPL lid is ook groepslid van de geïnterviewde docenten)

De reden waarom akkerbouwers/experts die werkzaam zijn in de NPPL-Groep geïnterviewd zijn is antwoord te krijgen op de vraag waarom zij interesse hebben in PL en wat de drijfveer is geweest om met PL te beginnen. Ook is er gevraagd welke knelpunten zij zijn tegengekomen en waar zij nu nog tegen aan lopen bij het gebruik van PL technieken.

Alle deelnemers van de NPPL-Groep die zijn geïnterviewd voldeden aan één of meer van de gestelde eisen: ervaring met bodemscans, GPS, data-opslag of opbrengstmetingen. Deze eisen zijn gesteld omdat er in deze BO gefocust wordt op deze vier punten. Deze punten zijn gekozen op aanraden van experts en als uitkomst van het literatuuronderzoek, om het project af te bakenen.

Groep 2:**Tuin- en akkerbouw(TA) studenten en hun ervaring met PL****Aantal afgenomen interviews: 2**

De TA (Tuin- en akkerbouw) studenten zijn geïnterviewd om hun ervaringen en bevindingen met betrekking tot PL toe te lichten. De geïnterviewde studenten moesten voldoen aan de volgende eisen: zij moesten in voorgaande studie-activiteiten, zoals stages, onderzoek hebben gedaan naar PL en zij moesten een bijdrage kunnen leveren aan de beantwoording van de hoofdvraag. Het doel van deze interviews was te achterhalen met welke knelpunten zij bekend waren inzake PL en om uit te vinden wat een akkerbouwer nodig heeft om met PL te kunnen starten.

Groep 3:**Docenten van hogescholen****Aantal afgenomen interviews: 3 (één docent is ook lid van de NPPL-Groep).**

Om literatuur en kennis te verkrijgen met betrekking tot PL zijn meerdere docenten van verschillende hogescholen geïnterviewd. Met name docenten van Aeres Hogeschool, Van Hall Larenstein, en Saxion Hogeschool. Het doel van deze interviews was om onderzoeksrapporten voor de literatuurstudie te verkrijgen (materialen), en om aan de hand van het interview de onderbouwde meningen van deze docenten over PL te achterhalen.

Groep 4:**Interview met expert Agrometius****Aantal afgenomen interviews: 1**

Tijdens de BO is er ook een interview afgenomen met een persoon die voorgaand aan het project niet was gepland. Roy van den Corput (medewerker Agrometius) is geïnterviewd. De reden dat hij is geïnterviewd is om meer inzicht te krijgen in de producten van het bedrijf Agrometius (bodemscanner en opbrengstmeters) omdat die apparatuur van groot belang is voor PL. Meer inzicht in de werking en meerwaarde van die techniek was zeer nuttig voor het onderzoek.

2.2.2 Methode afname en uitwerking interviews

De interviews zijn afgenomen via Microsoft Teams. Het zijn semi-gestructureerde interviews (Verhoeven, 2021), wat inhoudt dat er vragen zijn voorbereid, maar dat het gesprek vloeiend, zonder een vastgestelde structuur is verlopen. Als de geïnterviewde al op een onderwerp inging wat verderop op de vragenlijst stond, werd daar direct verder in meegegaan. Er is gelet op het feit dat het onderwerp niet te veel van de vraag afwijkt, maar het initiatief van de geïnterviewde werd natuurlijk gewaardeerd. Als het gesprek stil viel, werd er gerefereerd naar de opgestelde vragenlijst. Uiteindelijk zijn alle interviews uitgewerkt, deze zijn te vinden in bijlage 3. Hierin is een tabel opgesteld waarin in één oogopslag te zien is welke knelpunten, precisietechnieken en voordelen van PL het meest genoemd zijn en door wie.

Om de interviews zo volledig mogelijk uit te werken, zijn er van alle interviews geluidsopnames gemaakt. De geïnterviewde werd voorafgaand om toestemming gevraagd.

Na het afnemen van ieder interview zijn de notulen naar de desbetreffende geïnterviewde gestuurd en door ieder van hen geaccordeerd. Enkelingen hebben nog feedback gegeven op de notulen, om deze nog vollediger te maken, en zodoende het onderzoek betrouwbaarder.

2.3 Methode infographics

Om de resultaten uit de interviews en het literatuuronderzoek overzichtelijk weer te geven zijn er infographics ontworpen. De belangrijkste informatie en conclusies die uit de bovenstaande activiteiten zijn voortgekomen, hebben als input voor de infographics gediend. Er zijn twee infographics ontworpen. Eén over de knelpunten van PL en één over het stappenplan voor een akkerbouwer om met PL te beginnen. Voor deze infographics is gebruik gemaakt van het 5S-Model van Garrett (The Elements of User experience, 2011). In bijlage 4 wordt het 5S-model toegelicht op basis van de infographics over de knelpunten en het stappenplan.

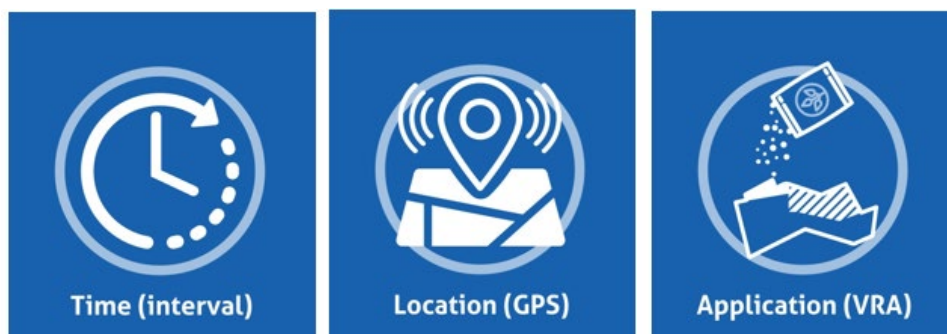
H3 Wat is precisielandbouw en wat zijn hierbij de kansen en ontwikkelingen? (Deelvraag 1)

3.1 Wat is precisielandbouw?

In de landbouwsector vinden op allerlei manieren veranderingen plaats, met name door technische innovaties, maar ook door maatschappelijke invloeden (duurzaamheid). Deze innovaties maken het mogelijk door middel van plaats-specifieke data op een specifieke tijd de juiste teeltmaatregel toe te passen. Dit wordt ook wel precisielandbouw (PL) genoemd. Door het toepassen van PL kunnen verschillende doelen behaald worden, zoals meer rendement voor de boer, verlaging van milieubelasting en meer voedselveiligheid (NPPL, 2019).

Het essentiële verschil tussen klassieke landbouw en precisielandbouw is, dat bij klassieke landbouw per veld wordt bepaald wat er op het perceel gedaan moet worden, terwijl het bij precisielandbouw gaat om kleine oppervlaktes binnen het perceel, bijvoorbeeld per vierkante meter.

PL begint met de aanname dat iedere plek op het perceel iets anders vraagt, om bijvoorbeeld meer of minder gewasbeschermingsmiddelen, nutriënten of vocht in de bodem. Om aan de definitie van PL te voldoen is het van belang dat er meerdere terugkomende tijdstippen van toepassing zijn, er verschillende locaties zijn en dat de toegepaste hoeveelheid middelen, zoals bestrijdingsmiddelen, op bepaalde plekken binnen het perceel moet veranderen, zoals in afbeelding 4 weergegeven.



Afbeelding 3: De drie aspecten van precisielandbouw (Van den Borne, z.d.).

In deze afbeeldingen is de definitie van de drie aspecten van precisielandbouw te zien. Op het juiste moment (links), op de juiste plek (midden) de juiste teeltmaatregel (rechts) toepassen.

Om aan deze drie aspecten te voldoen wordt er bij J. Van den Borne gebruik gemaakt van een 'Precisielandbouw Cyclus'. Deze algehele cyclus is te zien in onderstaande afbeelding 4.



Afbeelding 4: Precisielandbouw cyclus in beeld (Van den Borne, z.d.)

Deze cyclus bestaat uit verschillende stappen. Er wordt op een aantal van deze stappen ingegaan, de volledige cyclus is te vinden op de website (www.vandenborneaardappelen.com) van J. Van den Borne. De eerste stap is dat de percelen in kaart worden gebracht. Dit gebeurt al jaren, maar werd (en wordt) lange tijd met de hand opgeschreven. Tegenwoordig zijn er digitale management programma's waarin informatie bijgehouden kan worden. Door het gebruik van dergelijke programma's is het eenvoudiger geworden om informatie als teeltregistratie, werkzaamheden en omstandigheden (bijvoorbeeld geleidbaarheid in de bodem) op een specifieke plaats en tijd in het perceel te verzamelen. Vervolgens kan deze informatie in kaart gebracht worden. Dit is onder andere handig om te lokaliseren waar er iets goed, of juist fout is gegaan. Aan de hand de verzamelde informatie kan de oorzaak van een slechte opbrengst achterhaald worden. Ook kan door het digitaal in kaart brengen van het perceel door gebruik van management programma's makkelijker een taakkaart gemaakt worden, zodat snel duidelijk is waar er bijvoorbeeld bemest moet worden op het perceel. Een taakkaart is een kaart waarop gelezen kan worden op welke plekken er welke hoeveelheid middelen moet worden gedoseerd. Deze kunnen door de tractor gelezen en uitgevoerd worden.

Vervolgens kan een bodemscan uitgevoerd worden. Een meer uitgebreide uitleg over bodemscans is te vinden in hoofdstuk 5.2.1. De bodem bestaat uit veel gronddeeltjes. De verhouding hiervan is vaak niet overal op het perceel hetzelfde. Deze verschillen kunnen weergegeven worden met een bodemscan. Deze kunnen uitgevoerd worden met een EM38-MK2 -of een Dualem 21s sensor. Zo krijgt de teler inzicht in de samenstelling van de bodem. De informatie van een bodemscan wordt gebruikt voor bepaling van de perceelsindeling voor bijvoorbeeld variabel beregenen en stukken apart rooien.

De volgende belangrijke stap is het uitrekenen van de rijpaden. Een rijpad is het pad op een perceel waar de machines rijden om alle bewerkingen uit te voeren. Het is belangrijk om de paden zo efficiënt mogelijk in te delen, rekening houdend met de werkbreedte van de werktuigen, om middelen effectief te besparen door overlap te voorkomen. Om dit succesvol te doen kunnen telers hun percelen optimaal indelen met behulp van GPS-technieken. Op GPS-technieken wordt dieper ingegaan in hoofdstuk 5.2.1.

De volgende stap is gewas sensing. Gewas sensing betekent het met sensoren bekijken van een plant. Planten nemen een deel van het zonlicht op, het andere deel wordt teruggekaatst.

Aan de hand van de hoeveelheid licht die de plant terugkaatst, kunnen vegetatie indexen gemeten worden, zoals de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Deze informatie kan worden omgezet naar onder andere biomasse- en chlorofylkaarten, die de groei en stikstofbehoefte van een plant weergeven. Op basis hiervan kunnen beslissingen worden genomen over bijvoorbeeld bemesting.

Tot slot worden er metingen gedaan bij het oogsten. Bij het oogsten wordt veel informatie over het geoogste product verzameld. Met een opbrengstmeting krijgt de teler inzicht in de opbrengstvariaties van de percelen. Er wordt dieper ingegaan op opbrengstmetingen in hoofdstuk 5.2.2. Aan de hand hiervan wordt een opbrengstkaart gemaakt. Deze kan vergeleken worden met andere datakaarten en met behulp hiervan kan de opbrengstpotentie bepaald worden. Zo kunnen plaatsspecifieke teelthandelingen geëvalueerd en gepland worden.

3.2 De ontwikkelingen

Anno 2022 is er steeds meer data beschikbaar over de percelen van akkerbouwers. Zo zijn er voortdurend ontwikkelingen die deze beschikbaarheid vergroten, die het verdiepende inzicht in de data kunnen verbeteren en zo helpen met besluitvorming. Tijdens de jaarlijkse 'Precision Days', een event waar verschillende akkerbouwers onder andere ontwikkelingen delen omtrent PL, is duidelijk dat er veel ontwikkelingen zijn op het gebied van dataverzameling, variabele technieken en opbrengstmetingen (Landbouwleven.be, 2021).

Dataverzameling

Om de juiste besluiten te kunnen nemen voor een perceel, is het van belang dat er een grote mate van bruikbare data verzameling is, zoals ook terug te zien in het stappenplan van Van den Borne. Het is ook van belang dat deze data omgezet kan worden naar toepasbare informatie voor de akkerbouwer. Het belang van data, de opkomende standaarden voor betere uitwisseling van data en aan welke kwaliteitsvoorwaarden data moet voldoen, wordt in paragraaf 3.3 toegelicht.

Variabele technieken

In de precisielandbouw werken de meeste variabele technieken door het gebruik van GPS-data en bodemscans. Door hiervan gebruik te maken kan de akkerbouwer de verschillen in de bodem en het gewas in kaart brengen. Op deze manier wordt het mogelijk de bemesting, hoeveelheid water of bodemeigenschappen aan te passen op een bepaalde locatie en tijd op het perceel. Er zijn steeds meer technieken die het mogelijk maken deze handelingen op het perceel toe te passen. GPS systemen zijn door vele akkerbouwers in gebruik genomen, zowel bij conventionele akkerbouwers, als akkerbouwers die aan precisielandbouw doen. De GPS heeft ook gezorgd voor vele andere doorbraken in de technologie zoals automatisch rijden en voor variabel doseren.

Opbrengstmetingen

Door middel van opbrengstbepaling kan er een overzicht gegeven worden waar het goed gaat met de kwaliteit van de bodem en teelt, en waar het nodig is om verbeteringen aan te brengen. Door middel van opbrengstbepaling zijn ook de lange termijneffecten van de toepassing van precisielandbouw op het perceel te achterhalen. In hoofdstuk 5.2.2. wordt er dieper ingegaan op opbrengstmetingen.

Remote sensing

Ook zijn er ontwikkelingen op het gebied van remote sensing. De scherpte van de beelden die genomen worden door luchtfotografie zijn enorm toegenomen. Ook worden de satellietfoto's veel regelmatig genomen, en kan nu zelfs door akkerbouwers zelf gedaan worden met behulp van drones. Was dat in het begin van het precisielandbouw tijdperk maandelijks, is dat nu wekelijks of zelfs dagelijks. Zo'n hoge frequentie en verbeterde resolutie van ruimtelijke data maakt het makkelijker voor akkerbouwers om PL toe te passen op basis van luchtfoto's (Mulla and Khosla, 2015).

3.3 De kansen

In tegenstelling tot innovaties zoals GPS en remote sensing, worden systemen die kunnen helpen bij het nemen van besluiten op basis van data voor een perceel nog niet veelvuldig toegepast door akkerbouwers. Het nemen van besluiten op basis van data aan de hand van informatieanalyse wordt vaak uitbesteed aan derden, of de akkerbouwers nemen helemaal geen besluiten op basis van data. Er is echter wel een trend te zien dat steeds meer akkerbouwers, vooral diegene met een groot oppervlakte grond, dit wel gaan toepassen (T. Van der Wal & L.A.E. Vullings, 2017). Door verschillende lagen data over elkaar heen te leggen, zoals opbrengst, de organische stof en de PH waarde van de grond wordt duidelijk waar de zwakke en de sterke punten binnen een perceel liggen. Door dit te doen geeft het de akkerbouwers de kans om precisielandbouw juist toe te passen en de juiste besluiten te nemen. Een kans is om hiervoor meer GIS (Geografische informatiesystemen) in te schakelen. Met GIS kunnen verschillende lagen aan elkaar gekoppeld worden, op basis hiervan zouden taakkaarten gemaakt kunnen worden.

Ondanks het feit dat vele onderzoeken en technieken die ontwikkeld worden voor PL, een sterke vooruitgang bieden, wordt er nog niet veel gefocust op de adoptie van PL bij akkerbouwers. Tegenwoordig zijn er steeds meer bedrijven en organisaties die akkerbouwers ondersteunen, zoals de Nationale Proeftuin Precisielandbouw (NPPL). NPPL is een organisatie die is opgezet om akkerbouwers bekend te maken met de voordelen en meerwaarde van PL. Dit wordt onder andere gedaan door voorbeeldcases van PL in de praktijk uit te voeren. Ook levert Jacob van den Borne, een vooraanstaande akkerbouwer op het gebied van precisielandbouw, met zijn 'Precision Academy' een bijdrage aan deze kans op adoptie. Zoals op zijn website is gepresenteerd, is de primaire doelstelling van het Praktijkcentrum: 'De adaptie en toepassing van PL in Nederland te versnellen en daarmee op grotere schaal de voordelen van PL te benutten' (Praktijkcentrum voor precisielandbouw, 2021). Hier liggen dus enorme kansen om de adoptie te laten toenemen. In hoofdstuk 4, de knelpunten, is beschreven en geïllustreerd waarom het toepassen van PL bij vele akkerbouwers nog niet aanslaat.

Tot slot één van de belangrijkste kansen ligt op het gebied van data. Data is tegenwoordig in overvloed beschikbaar, veel hiervan is zelfs gratis te krijgen. Veel van deze data is echter nog geen bruikbare informatie, en een akkerbouwer weet vaak niet hoe de data toegepast kan worden. Uiteindelijk wordt deze beschikbare data nog niet optimaal benut. Als deze data overzichtelijker wordt, en er meer structuur in ontstaat zodat akkerbouwers dit beter kunnen begrijpen en overtuigd raken van de meerwaarde, bijvoorbeeld door het realiseren van zorgvuldige databestanden, kan data informatie worden. Als er meer informatie is, kunnen er betere besluiten binnen het perceel genomen worden. In onderstaande paragraaf 3.4 'Data in de PL' wordt hier dieper op ingegaan.

3.4 Data in de precisielandbouw

3.4.1. Waarom is data van belang voor PL?

Het gebruik van data in de akkerbouw is van alle tijden. Akkerbouwers hebben zich altijd gebaseerd op waarnemingen om productieprocessen bij te sturen en te verbeteren. De manier waarop data tegenwoordig verzameld wordt is natuurlijk veel eenvoudiger geworden. De snelheid, de kwaliteit en de hoeveelheid ervan is niet vergelijkbaar met vroeger.

Om zo efficiënt mogelijk te kunnen werken hebben akkerbouwers onder andere gegevens nodig over de groei, de bodem, het klimaat water en neerslag. Veel van deze gegevens kunnen tegenwoordig verzameld worden door het plaatsen van sensoren die direct in verbinding staan met computersystemen. Door internet is het nu mogelijk de data van verschillende waarnemers met elkaar te verbinden. Ook is er veel open data beschikbaar. Open data is voor iedereen beschikbare data te vinden op het internet. De beschikbaarheid van al deze data maakt het (voor onder andere) de akkerbouwer mogelijk om aan PL te doen. Zo kan zij of hij bijvoorbeeld over realtime informatie beschikken om tijdig (en plaatselijk) in te grijpen. De data kan ook gebruikt worden om vooruit te kijken en te plannen. Gedeelde data kan onder andere gebruikt worden voor het vergelijken van inkoop en verkoopprijzen en voor andere marktstrategieën. Opbrengsten vergelijken met andere akkerbouwers om er zo achter te komen hoe die verschillen in opbrengst ontstaan kan ook nuttige informatie opleveren.

Kortom een akkerbouwer die op een slimme manier gebruik weet te maken van beschikbare data kan daar veel profijt van hebben. De mogelijkheden zijn eindeloos.

3.4.2. Waarom is er veel data maar nog geen informatie?

Het is erg makkelijk om data te verzamelen. Er is heel veel apparatuur te koop met sensoren die data kunnen meten. Hier wordt door akkerbouwers veelvuldig gebruik van gemaakt. Veel akkerbouwers zien data verzamelen als doel op zich. Maar het verzamelen van data is eigenlijk een middel om een doel te bereiken. Het doel is bijvoorbeeld een betere opbrengst, minder gewasbestrijdingsmiddelen gebruiken of efficiënter werken. Doordat veel akkerbouwers wel data verzamelen maar nog geen idee hebben voor wat ze er uiteindelijk mee willen wordt deze data niet geanalyseerd en is er een overvloed aan data die de akkerbouwer niet gebruikt.

Het nut van losse data is zeer beperkt. Om er nuttige informatie uit te halen zal de akkerbouwer moeten bedenken wat hij met zijn verzamelde data wil bereiken. Vervolgens moet de data doormiddel van metadata worden geïdentificeerd. Door de data te koppelen aan goede metadata wordt de data makkelijk vindbaar, toegankelijk, uitwisselbaar en herbruikbaar.

In een interview met een NPPL deelnemers kwam het volgende naar voren *‘Het analyseren van data is in veel gevallen veel moeilijker en kost meer tijd dan het verzamelen van data’*. – (K. Van Boheemen, persoonlijke communicatie, 20 december 2021) wat het bovenstaande illustreert.

3.4.3. Metadata

3.3.1 Wat is metadata?

Met behulp van metadata maak je een dataset of dataservice vindbaar en herbruikbaar. Hoe beter de kwaliteit van je metadata hoe gemakkelijker je het de gebruiker maakt. Dit is iets wat vaak nog in de PL data ontbreekt (NPPL, 2021).

Metadata werkt met unieke code waarmee je een object, bijvoorbeeld een persoon, publicatie of dataverzameling identificeert. Voor de identificatie wordt meestal de 'Dublin Core' gebruikt. Dit zijn 15 optionele metadata-elementen die willekeurig kunnen worden herhaald of weggelaten (surf standaarden, 2017).

Aan de unieke code kan allerlei informatie over het geïdentificeerde object worden gekoppeld. Voor de informatie en de code moet dan wel dezelfde meta standaard gebruikt worden. Computersystemen die niet dezelfde standaard gebruiken kunnen niet met elkaar communiceren en dus geen gegevens uitwisselen.

3.3.2 Waar moet metadata aan voldoen?

"FAIR" data principles (Findable, Accesible, Interoperable en Reusable)

Volledige data voldoet aan de principes van 'FAIR' data (Findable. Accesible, Interoperable en Reusable). Of in het Nederlands gezegd: vindbaarheid, toegankelijkheid, uitwisselbaarheid en herbruikbaarheid. Deze 'FAIR' data principes zijn gedefinieerd door wetenschappers en organisaties in een paper van het tijdschrift Scientific Data in 2016.

De FAIR-principes leggen de nadruk op het vermogen van computersystemen om gegevens te vinden, toegang te krijgen, samen te werken en te hergebruiken.

De 'FAIR' principes worden wereldwijd door overheden als standaard gebruikt.

'FAIR' maakt gebruik van PID's (Persistant identifiers). Een PID is een gestandaardiseerde unieke code voor metadata. PID's worden gecreëerd door centrale agentschappen, de PID providers. De providers bewaren de informatie betreffende het object voor onbepaalde tijd (GO-FAIR, 2022).

De PID codes moeten voldoen aan internationale ISO metadata normen. Nederlandse metadata profielen zijn een verbijzondering van de internationale metadatastandaarden van ISO en zijn bedoeld om de uitwisselbaarheid binnen Nederland te bevorderen. Sectoren in Nederland kunnen een eigen uitbreiding op het Nederlandse profiel ontwikkelen. Voorwaarde is dan wel dat de Nederlandse kernset metadata een onderdeel is van het sectorale metadata profiel. Sectoren die een eigen profiel uitbreiding op het Nederlandse ISO metadata profiel ontwikkelen krijgen daarmee de mogelijkheid informatie uit te wisselen met de gegevens van de overheid.

Voor Nederlandse overheden is het gebruik van ISO metadata verplicht. Geonovum, een overheidsstichting, ontwikkelt en beheert de Nederlandse metadataprofielen (Geonovum, z.d).

‘Forum Standaardisatie’ is een overheidsdienst die de publieke sector over het gebruik van open standaarden informeert. Omdat deze zorgen voor een betere uitwisselbaarheid en toegankelijkheid van gegevens.

Zo goed is het wat betreft standaardisering en codering van metadata bij de PL nog niet zo goed geregeld (NPPL, 2021).

3.4.4 Welke standaarden zijn er voor PL data?

Een groot probleem in de precisielandbouw is dat er geen verplichte standaardisatie van data is. Daarbij is het ook vaak ingewikkeld om data tussen machines (trekkers) van verschillende merken uit te wisselen, er is geen goede interoperabiliteit.

Dit probleem is ook aan bod gekomen in meerdere interviews (K. van Boheemen & P. Van Zoggel) en is vaak terug te lezen in artikelen en onderzoeksrapporten in het kader van precisielandbouw (Haalbaarheidsstudie PL4.0 data-ruimte, 2020). Op dit probleem wordt ook dieper ingegaan in hoofdstuk 4, de knelpunten.

Toch zijn er wel een aantal standaarden die in de toekomst veel kunnen betekenen voor het uitwisselen van data tussen verschillende machines. Hieronder worden deze standaarden toegelicht.

3.4.1 ISO-11873

Fabrikanten van landbouwmachines en aanverwante apparatuur over de hele wereld erkennen ISO-11873 als universeel protocol voor het communiceren tussen werktuigen, tractoren en randapparatuur. Dit protocol wordt beheerd door Agricultural Industry Electronics Foundation. Ook geeft dit protocol aan hoe data opgeslagen zou moeten worden om het later weer te kunnen gebruiken.

ISO-11873 is dus een belangrijke standaard voor de uniformering van bestandstypes binnen PL, aangezien dit de basis heeft gelegd voor een betere samenwerking tussen de systemen. Er is echter nog veel ruimte om data te interpreteren binnen deze standaard (AEF, z.d.), waardoor verschillende machines alsnog niet perfect data kunnen uitwisselen. Door de richtlijnen van te volgen, hoe het beste te gebruiken, zal dit in de toekomst verbeterd kunnen worden.

3.4.2 Shape-formaat

GEO-data wordt vaak in shape-formaat (shapefile) aangeboden en opgeslagen. Een shape-formaat is een bestand waarin geografische gegevens (locaties) kunnen worden opgeslagen.

Esri Shapefiles worden veel gebruikt en goed ondersteund door software. Shapefiles kunnen als gebruiksformaat worden opgenomen en aangeboden in een dataset.

Het nadeel van deze formaten is dat zij niet zo geschikt om lang te bewaren, ze bestaan uit binaire data, daarvan kan niet gegarandeerd worden dat ze in de toekomst foutloos geopend kunnen worden door andere applicaties dan waar ze mee zijn gemaakt.

Op de lange termijn en ter bevordering van de interoperabiliteit is het daarom beter om GIS-data op te slaan in een open, goed ondersteund en robuust tekstbestand.

3.4.3. Open standaarden

Open Standaarden kunnen in de toekomst misschien een oplossing zijn voor de problemen met interoperabiliteit, toegelicht in hoofdstuk 4, knelpunten.

Een open standaard is een publiek beschikbare standaard. De bewaking ervan ligt bij een erkend standaardisatie-instituut en niet bij de fabrikant (van bijvoorbeeld landbouw machines) waarbij iedere fabrikant een andere standaard hanteert.

Door middel van open standaarden wordt leveranciersafhankelijkheid gereduceerd en de uitwisseling van informatie verbeterd.

H4 Knelpunten

4.1 Welke knelpunten ondervindt een akkerbouwer bij precisielandbouw? (Deelvraag 2)

In dit hoofdstuk komen de resultaten van het literatuuronderzoek en de interviews aan bod. Door het afnemen van de interviews en het literatuuronderzoek zijn er verschillende knelpunten achterhaald. In bijlage 3 zijn in de tabel de besproken knelpunten weergegeven per geïnterviewde. Deze knelpunten zijn vervolgens weergegeven in een infographic (Afbeelding 5: Infographic knelpunten).

Uit het literatuuronderzoek en de interviews zijn onderstaande knelpunten naar voren gekomen. Per knelpunt is er motivatie gegeven door middel van de resultaten van het literatuuronderzoek en de afgenomen interviews.

Knelpunt 1: Het verdienmodel (Return on Investment) is niet duidelijk

Veel akkerbouwers willen niet beginnen aan precisielandbouw omdat het niet duidelijk is wat de investering op zal leveren, de Return on Investment (ROI) is niet duidelijk. De ROI geeft het rendement aan op de investering.

Om met PL te starten moet in één keer een grote uitgave gedaan worden om de nodige machines, sensoren en systemen aan te schaffen. Het vergt een aantal jaren om de investering terug te verdienen en vele akkerbouwers zijn niet zeker of dit überhaupt wel zal lukken om deze investering terug te verdienen.

Uit het onderzoeksrapport: 'Precisielandbouw en zijn gebruikers', komt de volgende uitspraak naar voren: *"De grootste motivatie voor ons om precisielandbouw te gaan gebruiken is wanneer het verdienmodel duidelijk is, wat op dit moment niet het geval is. Ook onderzoek naar een duidelijk hogere opbrengst bij het gebruik van precisielandbouw systemen zal meewerken aan het gebruik ervan"* (Precisielandbouw en zijn gebruikers, 2018) die het bovenstaande illustreert.

Uit het artikel: 'Aandacht voor bodem begint vruchten te werpen' (NPPL, 2021) blijkt dat 'Bodemverbetering een langetermijnstrategie is met een lange Return On Investment.'

Onder andere dit artikel en zoals ook blijkt uit de interviews die zijn afgenomen (Bijlage 3), is het investeren in de bodem erg van belang. In hoofdstuk 5.2.3. wordt nog dieper ingegaan op de bodem(scan).

- Vervangingstijd onbekend

De onbekendheid van de vervangingstijd van PL investeringen is onderdeel van bovenstaand knelpunt (ROI).

Voor akkerbouwers is de vervangingstijd van machines nog onbekend (akkerbouwer weet niet hoelang hij er mee kan doen, is het de investering dan wel waard?).

Innovaties van machines en systemen omtrent PL gaan razendsnel. Het zou dus kunnen dat over een aantal jaar (vergelijk het met een telefoon, daar doet men over het algemeen ook maar een aantal jaar mee) de aangeschafte machines alweer achterlopen op de nieuwe technieken. Het is om deze reden erg lastig om te bepalen of investeren nu of over een aantal jaren de beste keuze is. Dit kwam voort uit het interview met T. Peeters.

Hij gaf het volgende aan over dit knelpunt: *"Er is veel onzekerheid of er wel zo'n duur systeem aangeschaft moet worden. Een groot nadeel is dat de machine nu nieuw kan zijn, maar dat de vervangingstijd kort is. Je koopt nu bijvoorbeeld een trekker en dan is die over 5 jaar verouderd omdat hij niet een bepaalde software versie heeft)"* (T. Peeters, persoonlijke communicatie, 18 oktober 2021).

Knelpunt 2: Verschillende systemen van verschillende merken kunnen moeilijk of helemaal niet aan elkaar gekoppeld worden. Er is een gebrek aan 'interoperabiliteit'.

Verschillende systemen (trekkers, bodemscanners) maken gebruik van verschillende soft- en hardware en data. Het is vaak niet mogelijk om deze verschillende producten aan elkaar te koppelen en hiermee tot een advies te komen voor het perceel.

Dit blijkt ook uit een artikel van J. Van den Borne. Hij geeft aan dat er een keerzijde zit aan digitalisering. Dit komt omdat er vele verschillende leveranciers zijn. Deze leveranciers leveren allemaal softwarepakketten aan landbouwbedrijven. Vaak worden er meerdere van deze pakketten aangeschaft. Door de verschillende dataformaten van deze pakketten kan data vaak niet uitgewisseld worden (NPPL, 2021).

- Kwaliteit data (keurmerk-standaardisatie) ontbreekt.

Een onderdeel van het knelpunt gebrek aan interoperabiliteit is dat er standaardisatie van de data ontbreekt. Voor uitwisseling van data uit verschillende bronnen is standaardisatie zeer belangrijk, anders kan het niet gelezen worden door de verschillende systemen. Door de ontwikkeling van PL technieken groeit de behoefte aan protocollen voor de standaardisatie van data. Als dit gerealiseerd kan worden, zal dit kunnen resulteren in makkelijkere en juiste uitwisseling van data tussen verschillende machines, apparatuur en sensoren. Deze uitwisseling kan dan ook makkelijker plaatsvinden tussen verschillende landbouwbedrijven.

Ook kwam interview met Van Boheemen (bijlage 3) naar voren dat standaardisatie erg van belang is. Hij gaf aan dat hij nu veel bezig is met uniformering van bestandtypes. Boheemen zegt het volgende over bestandtypes: *'Deze standaarden zijn onder andere in shapefiles. Daarnaast wordt er gebruik gemaakt van de ISO (the International Organization for Standardization) 11-783 standaard om data-uitwisselingen binnen de agrarische sector te verbeteren. Dit betekent dat als er op twee verschillende plekken precies hetzelfde gedaan wordt, er een bestandsindeling is dat data op twee dezelfde manieren opgeslagen wordt. De ISO heeft een goede basis gelegd zodat systemen makkelijker met elkaar samen kunnen werken'* (K. Van Boheemen, persoonlijke communicatie, 20 december 2021).

Dit interview geeft aan dat er wel volop ontwikkelingen zijn op dit gebied. Er moet echter nog veel gedaan worden zodat deze standaarden bij iedere akkerbouwer en leverancier toegepast kunnen worden. In hoofdstuk 8, adviezen, staat een aanbeveling omschreven over hoe de akkerbouwer in de toekomst het beste met dit probleem om kan gaan. In paragraaf 3.4 'data in PL' staat een korte omschrijving wat de eisen zijn van de data om deze data universeel te kunnen begrijpen, en hoe men met deze data om zou moeten gaan.

Knelpunt 3: Er is geen sprake van plug & play (PL is ingewikkeld voor velen, het is niet duidelijk hoe je moet starten).

Precisielandbouw is niet eenvoudig. Met de precisietechnieken ontstaan er vaak vele problemen. Het is bijvoorbeeld niet altijd even makkelijk om data om te zetten in een taakkaart. Ook is het niet duidelijk of niet mogelijk om machines van meerdere merken samen taken te laten uitvoeren. Het is allemaal geen plug-and-play en dat maakt de techniek in praktijk niet makkelijk. Veel akkerbouwers van de oudere generatie willen zich om deze reden niet in precisielandbouw verdiepen, en werken gestaag naar hun pensioen toe. Peeters zegt het volgende over dit knelpunt: *‘De pioniers zijn de jongere generatie akkerbouwers die precisielandbouw als de toekomst zien, en hier vaak deels als hobby aan beginnen’* (T. Peeters, persoonlijke communicatie, 18 oktober 2021).

Knelpunt 4: Wantrouwen in het delen en elders opslaan van data

Akkerbouwers zijn vaak sceptisch over (bedrijfsgevoelige) data delen met anderen, zoals overheden, adviesbureaus, toeleveranciers en andere akkerbouwers. Ze zijn zich ervan bewust dat het delen van data veel voordelen kan opleveren maar ze zien natuurlijk ook nadelen. De data kan bijvoorbeeld door overheden worden gebruikt om controle op de akkerbouwers uit te oefenen (NieuweOogst, 2021). Ook bestaat het gevaar dat de data wordt gebruikt om de markt te manipuleren. De akkerbouwers moeten dus wel vertrouwen kunnen hebben in de partij met wie de data wordt gedeeld.

Aan data is veel geld te verdienen. De akkerbouwer kan als leverancier van data ook meerwaarde halen uit het delen ervan. Het is echter de vraag of deze meerwaarde wel bij de akkerbouwer terecht komt. De akkerbouwer is als leverancier van data nog niet goed beschermd (GroenKennisnet, 2021). Daarom moeten er duidelijke regels en wetten komen over wie er gaat verdienen aan het (toekomstig) gebruik van data.

Volgens R. van den Corput, medewerker Agrometius, zijn veel akkerbouwers *“...sceptisch over wat er met hun data gebeurt. Je hebt bij precisielandbouw vaak andere instanties nodig die jouw data verwerken en hier is niet altijd evenveel vertrouwen in. De akkerbouwers weten niet dat overheden en andere bedrijven niet bij hun data kunnen als ze er geen toestemming voor geven. Ze maken zich zorgen om de strenge regelgeving bij landbouw waar met hun data nog strenger op gecontroleerd zou kunnen worden”* (R. van den Corput, persoonlijke communicatie, 6 december 2021).

4.2 Infographic

Over de meest voorkomende knelpunten is een infographic ontworpen om een inzicht te geven waar de problemen liggen bij precisielandbouw. De eerdere stappen van het ontwerpproces zijn te vinden in bijlage 5.



Abeelding 5: Infographic knelpunten PL.

H5 Hoe ziet het stappenplan eruit voor een akkerbouwer om met precisielandbouw te beginnen (deelvraag 3) en een besluit te nemen op basis van data? (deelvraag 4)

5.1 Stappenplan

De uitkomsten van het literatuuronderzoek en de interviews hebben uiteindelijk geleid tot een stappenplan om akkerbouwers een overzicht te geven hoe zij met PL kunnen beginnen. In tabel 1 is te zien welke geïnterviewde welke precisietechniek (aangegeven in het blauw) heeft aangeraden om mee te beginnen. Zoals te zien in de tabel is NDVI een paar keer genoemd. Dit is zeker een bruikbare tool voor precisielandbouw, maar aangezien het zo weinig genoemd is in de interviews is hieruit geconcludeerd dat het geen essentiële techniek is om toe te voegen aan het stappenplan. Voor meer gevorderde precisieakkerbouwers kan het wel weer heel nuttig zijn. Deze technieken worden in het volgende subhoofdstuk verder uitgelegd.

	GPS	Bodemscans	NDVI	Opbrengstkaart
P. v. Zoggel				
K. Boheemen				
T. Stokkermans				
T. Peeters				
H. d. Vree				
H. Boekhoud				
G. Biewenga				
C. Kocks				
R. v. d. Corput				

Tabel 1: Aangeraden precisietechnieken door geïnterviewden. Blauw geeft weer dat het onderwerp genoemd is, wit betekent dat het niet genoemd is.

Uit bovenstaande resultaten is de volgende infographic voortgekomen:



Afbeelding 6: Infographic stappenplan

5.2 Verdieping infographic stappenplan precisielandbouw

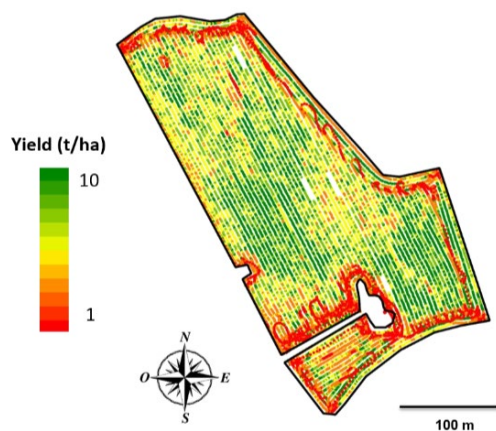
5.2.1 Locatiebepaling (GNSS/GPS)

Om de activiteiten tot PL te rekenen is GPS (locatiebepaling) essentieel. GPS is de ruggengraat van de precisielandbouw omdat het nodig is om met de metingen het plan of de taakkaart uit te voeren. GPS is wat precisielandbouw 'precies' maakt. Dankzij locatiebepaling kunnen tractoren preciezer bestuurd worden, en alleen dit bespaart al veel middelen doordat er niet dubbel bespoten, bemest etc. wordt. Veel tractoren hebben tegenwoordig al ingebouwde GPS-systemen ingebouwd, dus dit zal voor de meeste akkerbouwers geen probleem zijn. Voor de volgende stappen is het belangrijk dat alle apparatuur locatiegebonden is. Zo kunnen de juiste toepassingen op de juiste plek plaatsvinden. Het toepassen van GPS komt al in grote getalen voor bij akkerbouwers (akkerwijzer.nl, 2021) omdat zij hier direct voordeel van zien. Geïnterviewde T. Peeters motiveert dit als volgt: *"De meeste kwekers hebben wel een GPS-systeem, maar de stap verder: data gaan gebruiken ligt nog achter. Wat ze al wel doen, recht rijden (op basis van GPS), heeft een direct te zien voordeel"* (T. Peeters, persoonlijke communicatie, 18 oktober 2021).

5.2.2 Opbrengstmetingen

Uit verschillende interviews en het literatuuronderzoek is geconcludeerd dat opbrengstmeting misschien wel de belangrijkste stap is binnen de PL. Een opbrengstmeting, gekoppeld aan locatie, kan namelijk de verschillen binnen een perceel laten zien. Dit wordt weergegeven in een opbrengstenkaart.

In afbeelding 7 is een voorbeeld van een opbrengstkaart te zien.



Afbeelding 7: Plaatsspecifieke opbrengstenkaart over een perceel waar graan wordt verbouwd. Eenheid is in ton per hectare. Rood geeft aan een lage opbrengst, groen een hoge opbrengst (aspexit, z.d.)

Als men wil beginnen met PL is eigenlijk de eerste vraag die gesteld moet worden: is het perceel heel verschillend in opbrengst? Op basis daarvan kan bepaald worden of het wel of geen nut heeft om precisielandbouw toe te passen.

Bij het afnemen van een interview met NPPL deelnemer Koen van Boheemen de volgende opmerking aan de orde, die het bovenstaande illustreert: *'Als er weinig verschillen te zien zijn in het perceel dan zijn de variabele technieken, ofwel op elke plek iets anders doen, misschien wel niet zo geschikt voor de desbetreffende boer. Als er geen variatie is, heeft het geen zin om variabel te werken'* (K. Van Boheemen, persoonlijke communicatie, 20 december 2021).

Ook geïnterviewde T. Stokkermans gaf aan dat *‘...het verstandig is om te beginnen met opbrengstmetingen, om zo te achterhalen wat het gewas doet en waar het beter kan’* (T. Stokkermans, persoonlijke communicatie, 3 januari 2022).

Door opbrengstmetingen in kaart te brengen vóór en na het toepassen van verschillende PL technieken, kan het ook dienen als evaluatiemiddel of deze precisiebehandelingen hebben geholpen. De opbrengst vóór en na het toepassen van PL technieken kan dan namelijk vergeleken en worden.

Hoe wordt een opbrengstmeting uitgevoerd?

Bij een opbrengstmeting kan gekeken worden naar gewicht, maar het is net zo belangrijk om ook naar de kwaliteit van de opbrengst te kijken (K. Van Boheemen, persoonlijke communicatie, 20 december 2021). Het is van belang dat bij het wegen of bekijken van de opbrengst, de locatie wordt toegevoegd. Op deze manier kan in de PL weergegeven worden wat de verschillen zijn binnen het perceel. GNSS (GPS) is dus ook van zeer groot belang bij deze stap.

Opbrengstmeting op basis van gewicht per locatie

Er zijn verschillende systemen die opbrengst kunnen koppelen aan locatie, maar in de basis werken ze hetzelfde.

De beschrijving van een opbrengstmeter in het algemeen is: *‘Weegcellen meten hoeveel kilo product over de transportband gaat. Deze data wordt gecombineerd met de rijsnelheid, bandsnelheid en de GPS positie en zo rekent het systeem de exacte positie terug naar waar het uit de grond is gekomen, zodat dit in kaart kan worden gebracht, door deze combinatie te maken kan men nauwkeurige en locatie specifieke plannen maken’* (Van den Borne, 2010). Opbrengstmetingen kunnen onder andere gedaan worden voor aardappelen, bieten, wortelen, bollen en tarwe (NPPL, 2020).

Opbrengstmeting op basis van kwaliteit per locatie

Er zijn verschillende ontwikkelingen aan de gang binnen het kader van opbrengstmetingen. Als uitkomst van het interview met K. van Boheemen is duidelijk geworden dat hijzelf bijdraagt aan de ontwikkeling van opbrengstmetingen op basis van kwaliteit.

Aangezien dit nog in ontwikkeling is, is hier nog geen systeem voor op de markt. De beschrijving van het onderzoek, hoe dit nu gedaan wordt, is als volgt: *‘In het onderzoek naar de visuele opbrengstbepaling worden tijdens het rooien foto’s gemaakt en opgeslagen. Na de oogst worden de verzamelde beelden geanalyseerd en kunnen de bevindingen worden gebruikt om de volgende teelt te verbeteren. Het effect van variatie in teeltmaatregelen zoals grondbewerking, pootafstand en bemesting op de sortering wordt zo zichtbaar’* (NPPL, 2020).

Een nadeel van de opbrengstmeting in kaart brengen, is dat er meerjarige gegevens nodig zijn. Op de resultaten van één opbrengstmeting is niet volledig te vertrouwen. Deze zijn niet doorslaggevend, één jaar geeft niet 100% garantie waar de slechte en goede stukken in een perceel zitten, omdat een jaar kan afwijken door het weer en de afgelopen grondbewerking. Om de verschillen in opbrengst te zien is het beter om een meting twee of nog beter drie jaar achter elkaar te doen. Een meerjarige meting geeft robuuste data en meer houvast om keuzes te maken.

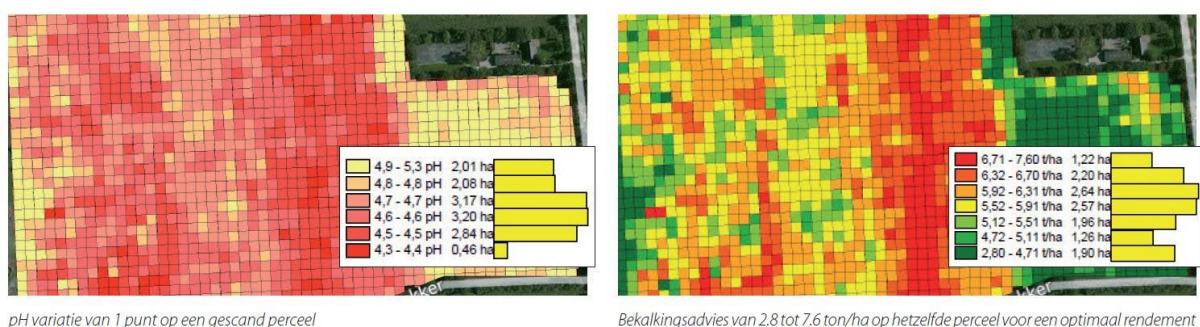
5.2.3 Bodemscans

Door een bodemscan te doen wordt de structuur van de bodem in kaart gebracht. Dit wordt gedaan door de fysische en chemische bodemeigenschappen te meten en te berekenen. Dit wordt gedaan door middel van elektrische geleidbaarheid (EC). Door de EC kan de bodemscan onder andere het vochtgehalte, het organische stofgehalte, het zoutgehalte, het lutumgehalte en te bodemtextuur meten (CZAV, 2020). Met deze informatie kan het perceel variabel behandeld worden, als uit de scan blijkt dat dat nodig of aan te raden is.

Op basis van een scan, en dus kennis van de bodem, kan met de kennis van de akkerbouwer of met adviezen van een adviesbureau, een plan in elkaar gezet worden om de juiste precisietechniek binnen het perceel toe te passen. In afbeelding 8 is te zien hoe op basis van een bodemscan besloten is de precisietechniek bepalen toe te passen. Een bodemscan kan duur lijken, maar de scan gaat vele jaren mee en is daarom relatief goedkoop. De EM38-MK2 uitgevoerd door LoonwerkGPS kost €125 per hectare: die scant op vier diepten. Uitgevoerd door Fleuren kost die €85 per hectare: die scant op twee diepten. Een bodemscan door Vantage Agrometius met de Veris kost €175 per hectare (Hortipoint, datum onbekend)

Er is gekozen voor bodemscans in het stappenplan omdat er met een bodemscan veel data over het perceel wordt verzameld die lang relevant blijft, voor een relatief lage prijs. Een bodemscan kan meerdere jaren gebruikt worden (gemiddeld 5 jaar) omdat veranderingen in de bodem relatief langzaam gaan. Dit bleek ook uit de interviews, waarin bodemscans veel genoemd zijn als belangrijke precisietechniek (bijlage 3).

Een probleem dat zich bij bodemscans kan voordoen, is dat een bodemscanf niet veel waard is als het perceel al erg egaal is, zoals geïnterviewde K. van Boheemen ook over opbrengstmetingen aangaf. Bodemscans geven de variatie in het perceel weer, en dit kan gebruikt worden om het perceel te egaliseren of om in sommige gevallen de betere plekken uit te laten blinken. Als een perceel al erg egaal is, is een bodemscan niet heel nuttig. Wel of geen bodemscan maken is een overweging die de akkerbouwer moet maken als ervan uit wordt gegaan dat het perceel redelijk egaal is.



Afbeelding 8: Bodemscan en precisietechniek besluit (Vantage Agrometius, z.d.)

5.2.4 Analyse/ advies

Akkerbouwers die nog niet ervaren zijn met precisielandbouw kunnen advies en analyses krijgen bij adviesbureaus of experts, bijvoorbeeld van de NPPL-Groep. Er zijn veel akkerbouwers die hun kennis en expertise kunnen delen. Bij deze belangrijke stap wordt de door de akkerbouwer gemeten data omgezet in informatie waar vervolgens een besluit mee kan worden genomen. Deze data kan bijvoorbeeld betrekking hebben op de PL-technieken zoals die in paragraaf 5.2.1. t/m 5.2.3. zijn toegelicht.

Naast de NPPL-Groep kan er advies worden aangevraagd bij Vantage Agrometius, het Nutriënten Management Instituut, of bij Delphy, dit zijn maar een paar voorbeelden. Zoals in hoofdstuk 4 bij knelpunt 'wantrouwen in het delen van data' aan de orde kwam, zullen de akkerbouwers deze instituten wel moeten vertrouwen.

5.2.5 Besluit

Tot slot kunnen de akkerbouwers op basis van het advies een besluit nemen ondersteund door de gemeten data, toepassen van de juiste precisietechniek, juiste actie op de juiste plaats en tijd. Een besluit houdt in dat er een plan wordt gemaakt voor het perceel, gebaseerd op de gemeten data. Dit kan variabel beregenen, bemesten, bekalken etc. zijn. Dit kan in de vorm van een taakkaart, maar er kan ook een plan gemaakt worden om de precisietoepassingen handmatig uit te voeren als het perceel niet erg variabel is. Taakkaarten kunnen makkelijk gemaakt worden op bijvoorbeeld www.taakkaart.nl. Op dit merkonafhankelijke platform voor precisielandbouw kan makkelijk een perceel ingedeeld worden, en een taakkaart gemaakt worden. Met een premium account kunnen ook andere precisielandbouw gerelateerde applicaties gebruikt worden.

Na het besluit kan er nog een keer een opbrengstmeting gedaan worden. Dit kan vervolgens ieder seizoen gedaan worden, om zo de toegepaste handelingen te evalueren. Er kan geanalyseerd worden of het juiste besluit genomen is, en wat er het volgende seizoen op specifieke plekken anders gedaan kan worden.



Afbeelding 9: Visualisatie van een taakkaart die uitgevoerd wordt (Taakkaart.nl, z.d.)

H6 Conclusie

De hoofdvraag van dit project is *‘Wat weerhoudt de akkerbouwer om precisielandbouw toe te passen?’*. Als resultaat van het onderzoek dat is uitgevoerd zijn er een aantal redenen die de akkerbouwer ervan weerhoudt om PL toe te passen.

Allereerst is de ROI niet duidelijk. Vóórdat er aan PL wordt begonnen is het niet duidelijk wat een investering in PL op gaat brengen. Veel akkerbouwers zijn niet zeker of de investeringen wel terugverdiend worden. Als onderdeel van de ROI, is er ook een grote onbekendheid met de vervangingstijd van investeringen in de PL machines en systemen, waardoor akkerbouwers onzeker zijn wanneer zij de stap zullen maken om in deze technieken te investeren.

Het volgende punt is het gebrek aan interoperabiliteit. Er zijn veel systemen en producten die aangeschaft moeten worden om PL toe te kunnen passen. Het is echter vaak niet mogelijk of erg ingewikkeld om data tussen deze verschillende systemen uit te wisselen. Om deze reden wordt het voor veel akkerbouwers te ingewikkeld en tijdrovend om te begrijpen en toe te passen.

Het vorige punt is het gevolg van het ontbreken van standaardisatie van PL data en systemen. De behoefte aan protocollen groeit, zodat dit probleem verholpen kan worden. PL is dus erg complex en er is geen sprake van plug & play.

Ook is er nog het wantrouwen bij de akkerbouwers om hun data te delen met derden en elders op te slaan. Zij vragen zich af wat er met hun data gebeurt en of er geen misbruik van wordt gemaakt als zij data delen. Omdat data een essentieel onderdeel is van PL, weerhoudt dit hen ervan om met PL te beginnen of dit verder te ontwikkelen.

Er is onderzoek gedaan naar wat de beste manier is om met precisielandbouw te beginnen. Hieruit is het volgende stappenplan ontstaan:

Ten eerste moet alle precisieapparatuur van locatiebepaling (GPS) voorzien zijn. Hierdoor kan er locatiegebonden data gemeten worden en kan het perceel plaatsspecifiek behandeld worden. Vervolgens moet er ieder seizoen een opbrengstmeting gedaan worden. Hiermee wordt gecontroleerd of de behandeling van het perceel succesvol is, en kan in het begin ook variatie in het perceel opvallen. In het begin is een bodemscan ook erg handig voor dit doeleinde. Dankzij deze scans weet de teler hoe de bodem is opgebouwd en kunnen er beter doordachte plaatsspecifieke behandelingen uitgevoerd worden. Na het meten van data is het verstandig advies te vragen bij gespecialiseerde adviesbureau's voor het omzetten van data naar informatie. Vooral als het gaat om beginnende precisielandbouwers. Neem vervolgens besluiten gebaseerd op dit advies, en acteer op de metingen. Tot slot kan er gecontroleerd worden of er bespaard is op middelen en of de opbrengst verbeterd is door middel van opbrengstmetingen. Op deze manier kunnen de toepassingen geëvalueerd worden.

H7 Discussie

Voor deze BO zijn, naar aanleiding van de hoofdvraag, verschillende activiteiten uitgevoerd om de knelpunten van PL en hoe te starten met PL in kaart te brengen. Deze informatie is verkregen door literatuuronderzoek en het afnemen van interviews met akkerbouwers, studenten en docenten met verschillende achtergronden en expertise. Op deze manier is informatie uit verschillende bronnen gehaald, waardoor de problemen en ideeën van meerdere invalshoeken bekeken zijn.

Er is voor deze BO gekozen voor kwalitatief onderzoek in de vorm van semi-gestructureerde interviews. Er is hiervoor gekozen om goed onderbouwde antwoorden op de gestelde vragen te krijgen, en de mogelijkheid te hebben om dieper door te kunnen vragen. Ook heeft deze manier van interviewen het voordeel dat de geïnterviewde zelf initiatief neemt om meer te vertellen dan er gevraagd is. De antwoorden werden hierdoor waardevoller en vollediger. In de bijlagen zijn de vragen en de samenvattingen van dit onderzoek te vinden, deze zijn allen geaccordeerd door de geïnterviewden.

Voor ieder betrouwbaar onderzoek is het van belang dat de manier waarop het onderzoek wordt afgenomen steeds hetzelfde is, dit betekent dus ook dat de vragenlijst per interview steeds (grotendeels) hetzelfde moet zijn. Aangezien er bij dit onderzoek personen met verschillende achtergronden/expertise zijn geïnterviewd, waren niet alle vragenlijsten identiek. De vragen die wel overeen kwamen, zoals wat zijn de knelpunten en hoe moet een akkerbouwer met PL beginnen, zijn ook grotendeels door de verschillende geïnterviewden overeenstemmend beantwoord. Om het onderzoek betrouwbaarder te maken, hadden er exact dezelfde vragenlijsten gebruikt moeten worden om de antwoorden beter te kunnen vergelijken.

Doordat de geïnterviewden zelf al kennis hadden over PL of dit vaak al volledig of enigszins op hun perceel toepassen, is de verwachting dat de kennis en het enthousiasme in de gehele landbouwsector gemiddeld minder is. De knelpunten en het stappenplan die uit dit onderzoek zijn gekomen zullen eventueel anders kunnen zijn als er onwetende akkerbouwers, of akkerbouwers die weerstand bieden tegen PL, geïnterviewd zouden zijn. Om bovenstaande reden is de betrouwbaarheid van dit algehele onderzoek niet optimaal. Dit kan verhoogd worden door bij een volgend onderzoek ook die groepen te interviewen.

De bronnen die zijn gebruikt voor het literatuuronderzoek zijn afkomstig van verschillende organisaties. Er zijn voorgaande afstudeeropdrachten onderzocht, ook zijn rapporten onderzocht gepubliceerd door aangeschreven universiteiten (WUR). Verder is er informatie opgehaald van overheidsinstellingen (ministerie van landbouw) en zijn veel bronnen afkomstig van de NPPL-Groep. Ook is google scholar gebruikt, voor het opzoeken en onderzoeken van wetenschappelijke artikelen. De database die is gebruikt voor het zoeken van artikelen is Greeni. Een aantal bronnen is ook aangereikt door de geïnterviewden, dit was echter wel minimaal aangezien veel onderzoeken m.b.t. PL onder embargo zijn uitgevoerd.

Uit de antwoorden die voortkwamen uit de interviews bleek dat de knelpunten divers zijn. Uiteenlopend van twijfel of het de investering waard is, gebrek aan interoperabiliteit tussen de verschillende PL systemen, de complexiteit van PL gebruiken en wantrouwen op het gebied van data (delen en misbruik). Dit resultaat is ook in overeenstemming met het literatuuronderzoek dat is uitgevoerd.

Bij de uitkomsten van de resultaten moet er wel rekening gehouden worden met de snelle veranderingen binnen PL. Wat nu een nieuwe techniek of een probleem is, kan volgend jaar alweer oud of verholpen zijn. Er zijn zoveel mogelijk actuele bronnen gebruikt, aangezien de verandering binnen PL snel is, en conclusies van een aantal jaren geleden nu al weer verouderd of niet meer van toepassing kunnen zijn.

Wat ook ter discussie staat in dit project is de achtergrondkennis van de projectleden op het gebied van PL. Aangezien de medestudent met een tuin- en akkerbouw achtergrond al voor de start van de opdracht is uitgevallen. De twee overgebleven projectleden hadden geen voorkennis over het onderwerp PL. De achtergronden van hen zijn vooral op het gebied van geografie en data. Data is in dit verslag wel naar voren gekomen, maar werd ook bemoeilijkt omdat er eerst kennis moet zijn van de inhoud van PL en hoe de technische systemen werken (tractors etc.), om goed te kunnen begrijpen hoe de datastromen binnen verschillende systemen bij PL lopen. Doordat er regelmatige validatie van de uitkomsten van een student met PL achtergrond ontbrak kan dit de valideit van het onderzoek eventueel verminderen.

H8 Adviezen

Advies voor de sector in brede zin

De knelpunten waarom vele akkerbouwers nog niet met PL starten zijn in dit onderzoek in kaart gebracht. Het advies aan de gehele sector is om zich in deze knelpunten te gaan verdiepen, en gezamenlijk na te gaan denken om de knelpunten op te lossen.

Het knelpunt gebrek aan standaardisatie ligt vooral bij de fabrikanten van de verschillende systemen en machines. Een overweging zou kunnen zijn om met meer verplichte protocollen te gaan werken op het gebied van data-uitwisseling. De overheid kan hier een stimulerende rol in spelen. De sector kan het ook door zelf zelfregulering realiseren. Zodoende neemt de vrijblijvendheid af en kan er toegewerkt worden naar de optimalisatie van data-uitwisseling.

Een suggestie is om alle machines en data aan de ISO-11873 standaard te laten voldoen.

Voor de akkerbouwers is het advies betreft dit knelpunt dat zij systemen aanschaffen die bij elkaar passen (gestandaardiseerd), zodat deze interoperatieel zijn en het de uitwisseling van data een stuk makkelijker maakt.

Voor het volgende knelpunt: dat akkerbouwers niet weten of het de investering waard is. Hierbij is het advies dat zij hulp vragen bij instellingen zoals NPPL en Van den Borne Academy. Er bestaat bijvoorbeeld de mogelijkheid om gebruik te maken van testfaciliteiten.

Het knelpunt dat de landbouwsector en de overheid weinig vertrouwen in elkaar hebben is meer een maatschappelijk probleem. Dit oplossen vereist bestuurskundige expertise en de wil bij beide partijen om het vertrouwen gezamenlijk te verbeteren.

Precisielandbouw heeft grote mogelijkheden in zich, maar kan alleen door een gezamenlijke aanpak van de betrokken partijen (producenten, akkerbouwers en de overheid) tot de gewenste effecten leiden voor de sector zelf en voor de maatschappij als geheel. Mogelijk biedt een meerpartijenovereenkomst met afspraken over ondersteuning, standaardisatie, subsidiemogelijkheden, fiscale mogelijkheden en transparante wetgeving een oplossing.

Advies voor het vervolgproject

Een veelbenoemd discussiepunt is de betrouwbaarheid van de interviews. Zijn de antwoorden van de geïnterviewden wel betrouwbaar voor de gehele landbouw aangezien zij zelf erg enthousiast tegenover PL staan? Dit is iets wat verder uitgezocht moet worden. Hiervoor moeten er in het vervolg interviews gehouden worden met akkerbouwers die juist nog niet met PL begonnen zijn omdat ze er nog onvoldoende vertrouwen in hebben of omdat ze er felle tegenstanders van zijn. Hierdoor kan er een vollediger beeld gevormd worden over hoe de gehele akkerbouwsector tegen de knelpunten aankijkt. En mogelijk komen er nieuwe knelpunten aan het licht.

Verder is het advies voor AGIS studenten om onderzoek te doen naar de systemen (en organisaties) die de analyses over de data uitvoeren. Zo kan er inzicht ontstaan hoe het proces om van data tot informatie te komen eruit ziet. In een dergelijk onderzoek kan er meer gefocust worden op data en hoe deze standaarden meer gepromoot en toegepast kunnen worden.

Literatuurlijst

- The AEF ISOBUS*. (z.d.). AEF Online. Geraadpleegd op 10 januari 2022, van <https://www.aef-online.org/about-us/isobus.html#/About>
- Akens, F. (2021, juni). *Meta data for farm generated data*.
- (Big) Data - Achtergrond - Precisielandbouw - Groen Kennisnet wiki*. (z.d.). groenkennisnet. Geraadpleegd op 8 januari 2022, van <https://wiki.groenkennisnet.nl/display/pl03/%28Big%29+Data>
- Bodemscan*. (z.d.). [Foto/illustratie]. <https://www.vantage-agrometius.nl/bodemscan/>
<https://www.vantage-agrometius.nl/bodemscan/>
- Bodemscans; wat kun je er mee? | Gezonde bodem gezond gewas Hortipoint Mediaproducties*. (2014). Hortipoint. Geraadpleegd op 10 oktober 2021, van <https://digitaal.hortipoint.nl/gezonde-bodem-gezond-gewas-hortipoint-mediaproducties/bodemscans-wat-kun-je-er-mee/>
- Bouma, E. (2021). *Precision signals*.
- Dublin Core - SURF Standaarden Wiki*. (2017). Standaarden surf. Geraadpleegd op 28 januari 2022, van https://standaarden.surf.nl/index.php/Dublin_Core
- Elands, M. (2021, 15 januari). *Data delen biedt kansen, vraag is voor wie*. Nieuwe Oogst. Geraadpleegd op 23 januari 2022, van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2021/01/15/data-delen-biedt-kansen-vraag-is-voor-wie>
- Garrett, J. J. (2011). *Elements of User Experience, The* (2nd edition). Pearson Education (Us).
- Geonovum. (z.d.). *Metadata*. Geraadpleegd op 15 januari 2022, van <https://www.geonovum.nl/geo-standaarden/metadata>
- GO FAIR initiative. (2022, 21 januari). *FAIR Principles*. GO FAIR. Geraadpleegd op 25 januari 2022, van <https://www.go-fair.org/fair-principles/>
- Kempenaar, C., & Van Dijk, C. (2016). *Open data voor precisielandbouw in Nederland*.
- Knelpunten precisielandbouw zijn in beeld*. (2020, 12 mei). Nieuwe Oogst. Geraadpleegd op 10 oktober 2021, van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2020/05/12/knelpunten-precisielandbouw-zijn-in-beeld>
- Logemann, A. (2020, 24 november). *Pootgoedopbrengst kun je beter bekijken dan wegen*. Precisielandbouw Voor Alle Telers. Geraadpleegd op 12 januari 2022, van <https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/pootgoedopbrengst-kun-je-beter-bekijken-dan-wegen/>
- Logemann, A. (2021, 10 augustus). *‘Door wildgroei aan software komt precisielandbouw niet van de grond’*. Precisielandbouw Voor Alle Telers. Geraadpleegd op 8 januari 2022, van <https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/door-wildgroei-aan-software-komt-precisielandbouw-niet-van-de-grond/>
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2021). *Inzet van digitalisering voor een duurzame landbouw- en voedselketen en robuuste natuur*.
- Nelen, B., Kranenburg, T., Mouris, T., & REWIN. (2019, juli). *Remote sensing met behulp van bodemscans in de boomteelt*.

Nieuwe ontwikkelingen inzake precisielandbouw. (2021, 30 september). Landbouwleven. Geraadpleegd op 20 oktober 2022, van <https://www.landbouwleven.be/11937/article/2021-09-30/nieuwe-ontwikkelingen-inzake-precisielandbouw>

Oppewal, J. (2021, 27 september). *'Bij precisielandbouw zijn standaarden broodnodig'*. Boerderij. Geraadpleegd op 4 januari 2022, van <https://www.boerderij.nl/bij-precisielandbouw-zijn-standaarden-broodnodig>

Precisielandbouwcyclus. (z.d.). Van den borne Aardappelen. Geraadpleegd op 13 oktober 2021, van <https://www.vandenborneaardappelen.com/nl/percelen-in-kaart-brengen>

Precision farming. (z.d.). [Foto / illustratie]. <https://www.netherlands.claas.com/producten/claas/easy-2018/precision-farming>

Queisen, G. (2021, 8 maart). *Ruim de helft van de akkerbouwers werkt met GPS | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers.* Akkerwijzer.nl. Geraadpleegd op 23 januari 2022, van <https://www.akkerwijzer.nl/artikel/390914-ruim-de-helft-van-de-akkerbouwers-werkt-met-gps/>

Regieorgaan SIA. (2020, oktober). *Projectvoorstel Praktijkkenis Voedsel en Groen: precisielandbouw en kringloop simulator.*

Reindsen, H. (2020, 23 juli). *Precisieboeren willen efficiënt werken.* Nieuwe Oogst. Geraadpleegd op 15 september 2021, van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2020/07/23/precisieboeren-willen-efficient-werken>

Standards and data exchange in agriculture. (2022, 4 januari). Aspexit. Geraadpleegd op 15 januari 2022, van https://www.aspexit.com/standards-and-data-exchange-in-agriculture/#Short_introduction

Taakkaart. (z.d.). [Foto en illustratie]. Tractor met taakkaart. <https://Taakkaart.nl>

Van den Borne, J. (z.d.). *Wat is precisielandbouw?* [Illustratie]. Van den Borne Aardappelen.

Van der Wal, T., Vullings, L. A. E., Zaneveld-Reijnders, J., & Bink, R. J. (2017). *Doorontwikkeling van precisielandbouw in Nederland.*

Van Kampen, M. (2019, 24 juli). *Topbodem › Opbrengstmeting; het sporthorloge van de akkerbouwer | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers.* Akkerwijzer.nl. Geraadpleegd op 12 december 2021, van <https://www.akkerwijzer.nl/artikel/118675-opbrengstmeting-het-sporthorloge-van-de-akkerbouwer/>

Verhoeven, N. (2018). *Wat is onderzoek?* (6de editie). Boom uitgevers Amsterdam.

Waarom een bodemscan inzetten? (2020, 19 augustus). CZAV | van en voor boeren. Geraadpleegd op 20 januari 2022, van <https://www.czav.nl/Actueel/Nieuws/Artikel/waarom-een-bodemscan-inzetten-1>

Wageningen University Research, Kempenaar, C., Mollema, R., Been, T., Van Boheemen, K., Biewenga, G., Van den Burg, S., Van Wassenaar, L., Van der Meij, K., Graumans, C., Ter Horst, A., Janssen, S., Lokhorst, K., Sijbrandij, F., Steinbusch, M., Van der Vlugt, P., & Van der Wal, T. (2020). *Haalbaarheidsstudie PL4.0 data-ruimte: Knelpuntenanalyse datagebruik op boerenbedrijf en aanbevelingen om de impasse te doorbreken.*

Wat is precisielandbouw? (z.d.). Van den borne Aardappelen. Geraadpleegd op 24 januari 2022, van <https://www.vandenborneaardappelen.com/nl/precisielandbouw/wat-is-precisielandbouw>

Yield Map. (z.d.). [Illustratie]. Yield Map. <https://www.aspexit.com/yield-maps-in-precision-agriculture/>

Bijlage 1: Achtergronden en Expertise

In deze bijlage staat per individuele geïnterviewde zijn achtergrond en expertise toegelicht.

NPPL-Groep

Aantal interviews: 3

1: Vertegenwoordiger van akkerbouwer, hij is als een van de eersten in Nederland met PL begonnen en hij heeft veel ervaring op het gebied van PL. Hij wijkt enigszins af van de andere geïnterviewden in deze groep. Deze akkerbouwer heeft erg veel ervaring op het gebied van PL en heeft hierin een unieke voortrekkers rol. Hij wordt gezien als onderdeel van NPPL omdat hij hier lid van is, maar is geen 'standaard' lid. Door de ruime ervaring van de heer J. van de Borne is hij niet vergelijkbaar met de andere, nog maar net met PL begonnen of nog in testfase verkerende, deelnemers van de NPPL-Groep. Hij is een voorloper in het gebruik van PL, technieken en data: hij stelt bedrijfsgegevens beschikbaar via de cloud, vliegt drones over zijn akkers en gebruikt satellietdata voor precisielandbouw. Het interview met van Zoggel is afgenomen teneinde antwoord te krijgen op de vraag hoe en waarom hij binnen zijn bedrijf met PL is gestart. Ook zijn er vragen gesteld betreffende het werken met data. Zo is er onder andere gevraagd naar hoe het verzamelen van data binnen zijn bedrijf in zijn werk gaat en hoe deze verzamelde data wordt verwerkt (bv. met welke software). Ook is gevraagd wat er uiteindelijk met de data wordt gedaan.

Respondent is de coördinator van het Praktijkcentrum PL, hij helpt dus anderen met het starten met PL. Respondent is vijf jaar geleden begonnen met het praktijkcentrum PL op andere boeren te kunnen helpen met de start van PL. De doelgroep van dit praktijkcentrum zijn akkerbouwers in Nederland en België. Doordat Respondent samenwerkt met akkerbouwer weet hij enorm goed wat er allemaal nodig is bij PL, hoe het in zijn werk gaat en weet hij veel van data-opslag af. Omdat hij ook akkerbouwers helpt die net of nog moeten starten met PL kan hij een goed inzicht geven in waar de knelpunten voor hen liggen, en wat hier eventueel de oplossingen voor zijn.

2: Afgestudeerd in agrotechnologie, doet nu onderzoek aan de WUR naar precisielandbouw en robotica, en de koppeling daartussen. Daarnaast heeft hij een akkerbouwbedrijf in de Noordoostpolder. Ook houdt hij zich bezig met metingen en het slim inzetten van meetgegevens binnen de precisielandbouw. Het is dus erg interessant wat de meningen en ervaringen zijn van respondent op het gebied van data in de PL. Ook heeft respondent veel ervaring en argumenten op het gebied van opbrengstmetingen.

3: Onderzoeker naar precisielandbouw bij de WUR, een van zijn projecten is met NPPL. Respondent heeft veel ervaring in de landbouwmechanisatie en bodemgezondheid, hij weet erg veel af van bodemscans.

Studenten tuin en akkerbouw

Aantal interviews: 2

1: Student tuin en akkerbouw aan de HAS Hogeschool, heeft stage gelopen bij Vollegrondsgroente waar hij onderzoek deed naar gps op tractoren. Heeft ervaring met GPS-systemen van Trimble, Raven en Fendt. Ook heeft hij zelf thuis een akkerbouwbedrijf. Door deze achtergronden en ervaringen kan hij goede argumenten geven over wat hij zelf als de knelpunten ziet van PL en wat hij als de voordelen ziet. Ook zal er door zijn uitleg van de GPS systemen het belang van de locatie bij PL naar voren komen.

2: Student tuin en akkerbouw aan de HAS Hogeschool. Voor zijn stage bij Delfie heeft hij ook onderzoek gedaan naar knelpunten bij precisielandbouw. Ook is er bij hem thuis fruitteelt. Hij kan dus zijn ervaringen delen over de knelpunten van PL bij zowel zijn stage als bij hem thuis. Aangezien zijn stage bij een fruitteeltbedrijf is geweest, wordt er niet te diep ingegaan op de specifieke problemen, maar meer over de algemene 'opstartproblemen' van PL.

Docenten met PL expertise

Aantal interviews: 3

1: Docent bij de opleiding Tuin Akkerbouw op Van Hall Larenstein. Heeft in de afgelopen paar enkele afstudeeropdrachten begeleid met precisielandbouw maar gaf aan dat in alle gevallen met de opdrachtgever een geheimhouding overeengekomen is. Kan wel in het algemeen wat over de opdrachten en PL vertellen.

2: Docent bij Van Hall Larenstein, is vooral bezig met sensortechnologie bij melkvee. Valt niet echt in onze doelgroep (akkerbouwers) maar weet wel veel af van de knelpunten en de voordelen van PL.

3: Teamleider onderzoeksafdeling bij NPPL en lector precisielandbouw/smart farming aan de WUR. Heeft zowel veel kennis van akkerbouw door zowel praktische als een wetenschappelijke achtergrond in de akkerbouw. Verder is hij actief op innovaties met betrekking tot PL. Beschikt over veel kennis en heeft veel ervaring met PL onderzoeken, dit is zeer nuttig voor zowel het krijgen van literatuurstukken als zijn ervaringen en meningen met betrekking tot PL. Hij is ook onderdeel van de NPPL-Groep.

Werkveld expert/afgestudeerde student

Aantal interviews: 1

1: Afgestudeerde student tuin- en akkerbouw aan de HAS Hogeschool. Nu medewerker bij Vantage Agrometius, een bedrijf dat zich specialiseert in precisielandbouw. Vantage Agrometius is gespecialiseerd in PL en heeft veel ervaring met GPS-besturingssystemen en bodemscans. Door in gesprek te gaan met een medewerker van Agrometius kunnen de technische details van hoe deze systemen precies werken achterhaald worden. Ook zal er gevraagd worden wat de motivatie is achter deze producten om deze te verkopen.

Bijlage 2: Vragen Interviews

Voorafgaand aan de interviews zijn er per geïnterviewde specifieke vragen opgesteld. Tijdens het afnemen van het interview kwamen er vaak nog meer vragen aan de hand van de antwoorden. Deze antwoorden zijn opgenomen in de samenvatting van de interviews, of in het rapport.

NPPL-Groep

1

1. Hoe zijn jullie met precisielandbouw begonnen (drijfveer)
2. Welke stappen zijn er genomen om precisielandbouw bij Van der Borne op deze manier te kunnen realiseren
3. Tegen welke knelpunten liepen jullie aan bij het opstarten van het gebruik van precisielandbouw en hebben jullie dit nu kunnen oplossen.
4. Zijn er op dit moment nog knelpunten bij vd Borne met betrekking tot precisielandbouw?
5. Welke data meten jullie allemaal en waarom die data?
6. Hoe wordt deze verzamelde data opgeslagen? (speciaal model of iets dergelijks?)
7. Hoe verwerken jullie de verzamelde data? (Software)
8. Wat wordt er uiteindelijk met de data gedaan (worden er besluiten mee gemaakt)?
9. Welke knelpunten zijn er bij het verzamelen en opslaan van data?
10. Op basis van welke data nemen jullie besluiten?

2

1. Wat is jouw achtergrond op het gebied van landbouw?
2. Wat is precisielandbouw volgens jou?
3. Wat zijn de knelpunten waarom akkerbouwers niet met PL beginnen?
4. Wat doe jij precies met de data?
5. Hoe ziet die data eruit?
6. Waaraan moet data voldoen?
7. Op NPPL site staat dat een belangrijke taak van jou is om methodes te ontwikkelen om betrouwbare metingen te doen. Hoe doe je dit precies en wat voor soort ontwikkelingen zijn er?
8. Wat kan je nog meer bereiken met PL?

3

1. Wat is jouw achtergrond op het gebied van landbouw?
2. Wat is precisielandbouw volgens jou?
3. Wat zijn de knelpunten waarom akkerbouwers niet met PL beginnen?
4. Is er een data standaard? Zoals isoxml.
5. Is PL te ingewikkeld voor de gemiddelde boer?
6. Wat zijn de behoeftes om aan PL te beginnen, hoe denk jij dat een akkerbouwer ermee kan beginnen?
7. Wat denk je dat de kansen zijn voor PL? Hoe zou het er uit komen te zien in de toekomst?
8. Wat kan je nog meer bereiken met PL?

TA Studenten

1

1. Waar heb je stage gelopen, dus waar heb je gebruik gemaakt van die GPS systemen en wat was precies jouw opdracht.
2. Is er bij het bedrijf waar je stage liep (of bij jou thuis) veel gebruik gemaakt van data
Zo ja, wat voor soort data
Zo nee, waarom niet, wat is de reden dat ze geen data van het perceel hebben?
3. Het bedrijf waar je stage liep (of thuis), maakte zij intensief gebruik van precisielandbouw?
 - **Zo ja**, wat doen ze precies, hoe zijn ze hiermee gestart, wat waren hun knelpunten, hoe gaat het nu?
 - **Zo nee**, weet je dan waarom ze niet aan precisielandbouw doen en wat zou er moeten gebeuren dat ze dit wel gaan doen?
4. Hoe kijk jij naar precisielandbouw, wat vind je ervan en zou je het zelf willen toepassen, zo ja/nee waarom wel/niet?
5. Wat zijn de meest voorkomende knelpunten bij precision farming?
6. Wat kan er volgens jou beter bij precision farming? Heb je hier ideeën over?
7. Weet je van medestudenten die ervaring hebben met of juist helemaal geen ervaring/tegen PL zijn?

2

1. Wat is jouw achtergrond op het gebied van PL?
2. Wat was jouw stageopdracht, hoe sluit dit aan bij PL?
3. Waarom starten er nog veel akkerbouwers niet met PL?
4. Pas je zelf PL toe?
5. Vind je PL een goede investering?
6. Wat weet je van data bij PL?
7. Wat zijn volgens jou de meest voorkomende knelpunten bij PL?
8. Weet je van mede-studenten die ervaring hebben met of juist helemaal geen ervaring/tegen PL zijn?

Docenten met PL Expertise

1

1. Wat is jouw achtergrond op het gebied van PL?
2. Hoe beschrijf jij PL?
3. Kun je wat meer vertellen over eerdere PL projecten die jij hebt begeleid?
4. Heb je ook literatuurstukken die wij kunnen gebruiken voor ons onderzoek?
5. Wat zijn de knelpunten voor een boer om te starten met PL?
6. Wat weet je van data bij PL?
7. Hoe kan een boer geholpen worden om te starten met PL?

2

1. Wat is jouw achtergrond op het gebied van PL?
2. Hoe beschrijf jij PL?
3. Heb je literatuur die je kan delen, betreft eerdere onderzoeken naar PL?
4. Heb je data die je kan delen, wat van belang is voor PL?
5. Welke data wordt er gebruikt bij PL?
6. Hoe werken boeren nu met precision PL?
7. Hoe kan een boer geholpen worden om te starten met PL?
8. Wat zijn de knelpunten van een boer om te starten met PL?

3

1. Wat is jouw achtergrond op het gebied van PL?
2. Hoe beschrijf jij PL?
3. Kun je wat meer vertellen over eerdere PL projecten die jij hebt begeleid?
4. Heb je ook literatuurstukken die wij kunnen gebruiken voor ons onderzoek?
5. Wat zijn de knelpunten voor een boer om te starten met PL?
6. Wat weet je van data bij PL?
7. Hoe kan een boer geholpen worden om te starten met PL?

Werkveld expert/afgestudeerde student

1

1. Wat is jouw achtergrond op het gebied van landbouw?
2. Wat is precisielandbouw volgens jou?
3. Wat zijn de knelpunten waarom akkerbouwers niet met PL beginnen?
4. Kan je wat meer vertellen over bodemscans?
5. Kan je wat meer vertellen over opbrengstmetingen?
6. Hoe helpt Agrometius een boer met PL?
7. Is PL te ingewikkeld voor de gemiddelde boer?
8. Wat zijn de behoeftes om aan PL te beginnen, hoe denk jij dat een akkerbouwer ermee kan beginnen?
9. Wat denk je dat de kansen zijn voor PL? Hoe zou het er uit komen te zien in de toekomst?

Bijlage 3: Interviews samengevat

Hoe ben je met precisielandbouw begonnen?

Respondent had keuze in 2006 toen hij het bedrijf overnam: ga ik groter worden of focussen op de kwaliteit? Toen bestond precisielandbouw nog eigenlijk niet, enige plek waar zoiets gebeurde was Australië. Daar is het begonnen. Die techniek heeft Respondent naar Nederland gehaald. Als je op van den borne aardappelen.com kijkt en dan het kopje precisielandbouw heb je daar het kopje precisielandbouw cyclus, daar heb je 16 stappen. Wat je kunt zeggen is: wat Respondent heeft gedaan in Australië, heeft hij de afgelopen 15 jaar naar Nederland gehaald. Als hij bijvoorbeeld een nieuwe sensor ziet in Duitsland legt hij contacten om partijen bij elkaar te krijgen, omdat hij dan die sensor alleen wil als het op een bepaalde trekker kan. Heel veel van de technieken die je nu ziet die nu standaard zijn, zijn zo begonnen.

Respondent: Mijn ouders zijn begonnen met drones en GIS maar ze hebben nog niet in zo verre een gps en alles. Ze willen hier wel wat mee gaan doen, maar zijn hier nog niet aan toe.

Waar wordt precisielandbouw voor gebruikt, en welke vorm gebruik jij (als toepasbaar)?

Respondent: In de precisielandbouw wordt er met drie potenties gewerkt:

1. Potentie van de bodem
2. Potentie van het uitgangsmateriaal (gewas)
3. Potentie van het weer

Deze drie potenties samen kunnen de opbrengstpotentie van een perceel weergegeven. Deze opbrengstpotentie staat aan de basis van alle maatregelen die er genomen worden in de precisielandbouw. De definitie van precisielandbouw is; de juiste teeltmaatregel, op de juiste plek, op het juiste moment toe passen. Het dus belangrijk dat er meerdere terugkomende tijdstippen van toepassing zijn, meerdere locaties bij betrokken zijn en de toegepaste hoeveelheid moet veranderen.

Respondent: Om precies te weten wat waar zit en wat je daarmee gaat doen, in plaats van dat boeren zo ongeveer weten waar bijvoorbeeld droge plekken zitten.

Respondent: Ik doe veel met bodemscans, opbrengstmetingen en biomassametingen. Als je van elk gewas dat je oogst een meting doet kan je zien waar je hoeveel geoogst hebt en dan kan je daar wat mee. Bijvoorbeeld in deze hoek heb ik nu driejaar een slechte opbrengst. Hier zou je al handmatig meer mest bij kunnen doen, bijvoorbeeld tijdens het rooien en dat heb je hetzelfde seizoen nog feedback of het gewerkt heeft of niet. Er is onderzoek gedaan naar of je perceel egaliseren of juist goede plekken laten uitblinken het beste is.

Respondent Precisielandbouw is als je bij de telers de behoeftes gaat meten om slimmer te werken, beter voor het milieu, en beter voor het bedrijf te zijn. Het maakt niet wat voor techniek je daarbij gebruikt, het hoeft niet eens elektronisch, als het maar resultaat oplevert. Respondent: Bij mijn stage was groei egaliseren belangrijk. Als een boom te zacht groeit werd deze ondersteund en als er een te hard groeit werd die geremd. Zo was er een egalere kwaliteit. Dit werd gedaan met taakkaarten.

Respondent Bij mijn stage werd gebruik gemaakt van GPS-systemen op trekkers, hier heb ik onderzoek naar gedaan. Dit wordt voornamelijk gebruikt om trekkers rechter te laten rijden. Ook worden bodemscans gemaakt van EC, PH, en organische stof. Ook voor taakkaarten moet een gps uitgevoerd zijn.

Respondent Momenteel wordt veel NDVI gebruikt in combinatie met taakkaarten. Volgens boeren moet alles egaal, maar misschien krijg je juist meer opbrengst als het op bepaalde plekken beter gaat dan op andere. Juist focussen op plekken waar het goed gaat in plaats van de mindere plekken beter

proberen te maken. Dit kan je doen met opbrengstdata van opbrengstsensoren. Je meet de hoeveelheid oogst, gekoppeld met locatie.

Welke knelpunten ben je tegengekomen, of waarom beginnen boeren volgens jou niet met precisielandbouw?

Respondent In Australië is het nooit super nat, dus variabele nat jaar was er niet. Exacte methode is hier niet toepasbaar, daar loop je hier tegenaan. Heel veel technieken vragen veel tijd om aan de gang te blijven omdat het zo nieuw is. Als je een van de eerste bent die het uitprobeert. Bij hen wat minder maar de meeste boeren bestellen dan een bodemscan en dan weten ze vervolgens niet echt wat ze er mee kunnen. Proberen het uit om erbij te horen maar wat kan je er mee en wat betekenen die gegevens. Ook met een weerstation is allemaal mooi en het wordt steeds beter maar er is geen opleiding geweest om er wat uit te halen. Weergave van data is er, maar interpretatie van data is nog een cursus erbij. Weten wat die data betekent voor je bedrijf is ook een bottleneck geweest. Bottlenecks van data zijn geen gaten in je data krijgen en het interpreteren. Voorkomen van krijgen van gaten in je data is in de gaten houden of je sensoren het nog doen, komt er nog data binnen en klopt die nog. Sensoren geven het zelf niet aan of ze het nog goed doen. Geen connectie met bijvoorbeeld buienradar voor regensensoren om te kijken of het wel klopt. Zijn maar een paar sensoren die zoiets doen. Vertrouwen in sensoren is niet 100%, curven kloppen wel tussen sensoren maar absolute waarden niet per se. Boer is ook bang dat met precisielandbouw de handhaving strenger wordt omdat het meteen zichtbaar is als er een fout gemaakt is. Als dat allemaal automatisch gaat wordt een kleine fout meteen streng bestraft. Een paar problemen nu nog zijn de betrouwbaarheid van sensoren en absolute waarden, en angst voor strengere regulaties. De wil is er wel om het te doen, ze weten ook dat ze op lange termijn anders en preciezer moeten boeren, maar als het even niet werkt is er geen hulp. Veel precisietechniek is nog nieuw en er is weinig support. Datasystemen moeten goed werken anders willen boeren het niet, als er iets niet werkt en je gaat alsnog door heb je een gat in je data. Er zijn een aantal dingen die de boeren weerhoudt om stappen te maken. De terugverdientijd is niet helder, omdat boeren het niet zien op hun eigen perceel. Boeren zouden meer moeten samenwerken met hun burens. Hoe maakt de boer de eerste stap? Hier kunnen ze elkaar mee helpen. De wil bij de boeren is er over het algemeen al wel. Er lopen allerlei projecten om te initiëren, maar als het praktisch moet worden is er een knelpunt. Hoe begin je? Eerst zien op eigen perceel en dan geloven is het sentiment. Bottleneck is eerst zien dan geloven op eigen grond.

De meeste precisielandbouw techniek verdient je terug met fouten die je niet meer maakt. Bijvoorbeeld anti-ziekten-middelen preventief spuiten kost veel geld, als je de ziekten meet bespaar je heel veel door alleen te spuiten wanneer en waar het nodig is. Hoe preciezer, hoe meer je bespaart. Dit is de grootste drijfveer. Na drie jaar terugverdienen bijvoorbeeld maak je winst.

Respondent: Precisielandbouw is te duur en te ingewikkeld. Als het meer “plug and play” zou worden zullen meer boeren het gaan gebruiken. Vroeger zat er subsidie op precisielandbouw, maar nu is het niet meer duidelijk wat de financiële voordelen zijn. Je zou in kaart moeten brengen hoe je de investering terugverdient.

Respondent :Als je begint met precisielandbouw moet je best wat investeren. Je moet bodemscans laten doen en gps installeren. Veel mensen stellen de vraag “Is precisielandbouw op mijn bedrijf iets wat meerwaarde op gaat leveren?”. Hierbij gaat het vooral om meer opbrengst. Dit is in het begin lastig te beantwoorden. Een bodemscan is niet zo veel waard als je perceel heel weinig variatie heeft. Boeren zoeken een soort vragenlijstje om erachter te komen of precisielandbouw voor hen is. Bijvoorbeeld zie je veel verschil in gewassen bij de groei? Variabele toepassing is niet geschikt als het perceel erg egaal is.

Respondent: Er zijn twee typen boeren, zij die zijn begonnen en wat knelpunten tegenkomen en boeren die niet beginnen. Een knelpunt is dat het moeilijk is om te bewijzen dat het winstgevend is. Je kan zien dat het wat besparing oplevert en dat je beter boert maar veel aspecten van precisielandbouw zijn duur en boeren willen er niet aan beginnen. Als ze op het punt zijn om uit te rekenen of het het waard is hebben ze al wel interesse. Er zijn ook pas boeren die instappen als de kar rijdt. De boeren moeten er voorlopig zelf nog zin in hebben. Een knelpunt bij ondernemers die al begonnen zijn is: Wat ga ik met de data doen? Er zijn toepassingen recht toe recht aan (direct uitvoeren) maar er zijn nog veel meer toepassingen die moeilijk zijn in het proces van weten wat je moet doen en hoe je er mee verder kan. Er zijn ook telers die wat ouder zijn en niet met alle data om kunnen of willen gaan. Boeren jonger dan een bepaalde leeftijd zullen dit oppakken. Het is deel van hun toekomst. Voorbij een bepaalde leeftijd heb je mensen die zien hun pensioen in de toekomst aankomen en die zien het niet zitten om er zelf mee te gaan beginnen. Een van de plezieren van boer zijn is de luxe hebben om iedere dag naar buiten te mogen. Een deel van precisielandbouw is computerwerk. Een deel van de telers willen niet op kantoor zitten. Onder een bepaalde leeftijd zie je dat het als de toekomst gezien wordt en is er dynamiek in, boven een bepaalde leeftijd als er geen opvolger is werken ze alleen nog naar hun pensioen toe.

Respondent :De meeste kwekers hebben wel een GPS-systeem, maar de stap verder: data gaan gebruiken ligt nog achter. Wat ze al wel doen, recht rijden, heeft een direct te zien voordeel. Voor de volgende stap zijn er machines nodig en die moeten die data kunnen gebruiken. Veel boeren vragen zich af wat precisielandbouw ze oplevert. Aan de voorkant kost het alleen geld, en de voordelen (kostenbesparing) komen niet goed naar voren. Het is niet direct terug te meten, je moet veel investeren in techniek en tijd en daarom moet je eigenlijk ook een opbrengst meting hebben. Door een opbrengstmeting kan je zien wat je gedaan hebt een voordeel of nadeel is.

Respondent: De boer wil graag bewijs zien dat precisielandbouw echt werkt, dat ze hun investering terugverdienen. Vaak werkt precisielandbouw pas op de lange termijn en dit is daarom lastig. Vooral de oude generatie heeft geen zin om te beginnen met precisielandbouw. Ze vinden het te veel gedoe. Jongere boeren van rond de dertig, veertig willen wel een investering doen maar willen wel weten wat ze er mee gaan verdienen. Vooral de eerste investering is iets waar veel boeren tegenop zien. Het zijn ondernemers en willen weten wat ze eruit kunnen halen. Het is belangrijk dat ze beginnen met iets waar ze ook op de korte termijn al iets aan hebben. Ik denk dat het niet zo'n probleem is dat de oudere generatie niet willen, hun opvolgers zullen hier wel mee beginnen.

Respondent: De boer wil graag bediend worden. Graag meteen een taakkaart hebben. Deze moet je vaak kopen bij bedrijven. Boeren zijn bang dat anderen er met hun data vandoor gaan en zien dit daarom vaak niet zitten. Boeren willen liever advies, maar zonder hun eigen data te delen. Ze willen impact. Dit hoeft niet geld te zijn maar kan ook meer natuurwaarde zijn, minder natuurbelasting, of gemak. Dit ligt aan het individu. Precisielandbouw moet niet verkocht worden als iets alleen, maar gerelateerd aan iets anders.

Respondent: Boeren willen heus wel inzicht, maar de vraag is wat dat mag kosten. Het is niet duidelijk wat er allemaal moet gebeuren om sensoren werkend te krijgen en wat ze opleveren. Als er eenmaal wel data wordt verzameld wordt het niet gekoppeld, niet bij elkaar gebracht. Hierdoor zien veel boeren de meerwaarde er niet van in. De ontwikkeling van precisielandbouw gaat langzaam doordat bijvoorbeeld aardappels maar eens per jaar gerooid worden, in tegenstelling tot bijvoorbeeld de veel verder ontwikkelde melkmachines die de hele dag draaien.

Respondent: Boeren zijn sceptisch over wat er met hun data gebeurt. Je hebt bij precisielandbouw vaak andere instanties nodig die je data verwerken en hier is niet altijd evenveel vertrouwen in. Ze weten niet dat overheden en andere bedrijven niet bij hun data kunnen als ze er geen toestemming voor geven.

Wat zijn de voordelen van precisielandbouw?

Respondent Met GPS kan je rechter en dus preciezer rijden, er is makkelijkere machinebesturing. Hierdoor mis je geen plekken en voorkom je dat je dubbel spuit/zaait. Ook zoets als zonnepanelen in plaats van een pruttelende motor verhoogt de productiviteit van de werkers, die hierdoor meer zin en energie hebben om werk te doen.

Respondent Flexgeweide onkruidbestrijding, middelen besparen.

Respondent Het eerst waar ik mee zou beginnen is opbrengstkaarten. Zo weet je wat je gewas doet. Hoe goed zijn bijvoorbeeld mijn aardappelen in iedere hoek van het perceel? Een verschil in 10% in oogst kan je met het oog niet zien, maar het is wel een groot verschil in geld. Je kunt ook beginnen zonder opbrengstmetingen toe te passen, maar dan weet je niet precies of het gelukt is. In de toekomst zal precisielandbouw nog verder ontwikkelen, robuuster worden. Minder foutmeldingen, steeds meer toepassingen, totdat het zo efficiënt is dat iedere boer het toe moet passen om mee te blijven doen. Als je als professionele teler mee wilt doen zul je nu moeten schakelen. Het levert nu al een beter imago op voor jouw landbouw. Je werkt nauwkeuriger, en je gebruikt spuitmiddelen optimaal.

Respondent Ik vind het zelf een goede investering, ik denk dat het de toekomst is. Gewasbeschermingsmiddelen zullen in de komende jaren steeds minder mogen, er komt steeds strengere regelgeving. Dit is een uitkomst voor precisielandbouw, wat ervoor zorgt dat je deze middelen alleen gebruikt waar het echt nodig is. Wil je mee blijven gaan moet je hierin investeren. Ik schat dat in tien tot vijftien jaar alle telers wel een GPS-systeem hebben. Een van de belangrijkste inkomstbronnen van agro in Nederland is kennis, hier moeten we voorop op blijven en blijven ontwikkelen. Door het inzetten van precisielandbouw kan je ook arbeid besparen.

Respondent Op de lange termijn is precisielandbouw een aanwinst voor de boer. Ze kunnen veel middelen besparen en makkelijker adviezen krijgen.

Respondent Met precisielandbouw kan je op iedere schaal die je wilt met taakkaarten precies uitvoeren wat je wilt, sommige werkzaamheden zouden zelfs geautomatiseerd kunnen worden. Ook kan er met de gemeten data beter advies gegeven worden. Dit is heel belangrijk.

Samenvatting knelpunten

In de tabellen hieronder is in verschillende schema's weergegeven welke punten de geïnterviewden hebben aangekaart tijdens de gesprekken. In de rode tabel (knelpunten) zijn per geïnterviewde de doorgegeven knelpunten te zien. In de blauwe tabel (precisietechnieken) is weergegeven welke geïnterviewde kennis heeft van welke precisietechniek en hier voordelen van ziet. In de groene tabel (voordelen) is per geïnterviewde weergegeven welke voordelen zij zien in het toepassen van PL. Een kleur geeft weer dat het onderwerp genoemd is, wit betekent dat het niet genoemd is.

Wie heeft wat gezegd qua knelpunten?

	Te duur	Investering onduidelijk	Te veel werk/te ingewikkeld	Te weinig kennis	Oude generatie wil er niet aan beginnen	Wantrouwen bij data delen
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

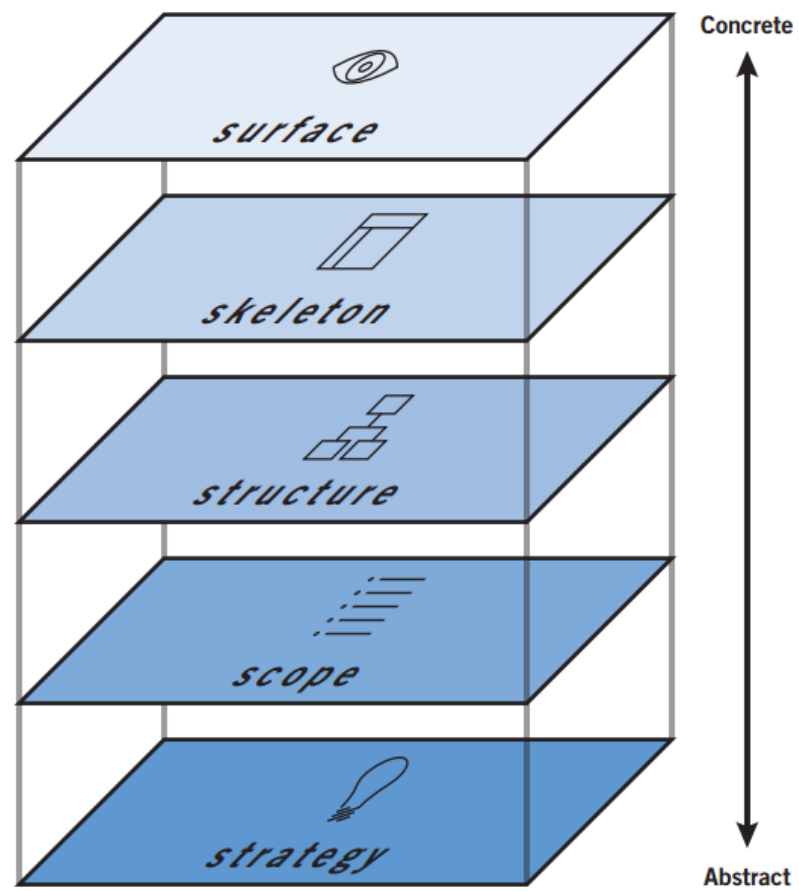
Wie heeft welke precisietechnieken genoemd?

	GPS	Bodemscans	NDVI	Opbrengstkaart
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Wat vindt iedereen de voordelen van precisielandbouw?

	Perceel egaliseren	Goede plekken laten uitblinken	Recht rijden	Arbeid besparen	Middelen besparen
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

Bijlage 4: 5S-Model



Afbeelding: De vijf lagen van het 5S-model. (Bron: The elements of user experience).

Laag 1: Strategy

De strategy is de belichaming van wat de ontwerpers van de infographic eruit willen halen en wat zij willen dat de gebruiker er mee kan. Bijvoorbeeld: Infographic wil informatie verstrekken, gebruiker wil informatie hebben.

Strategy Infographic knelpunten

In de strategy zal er worden ingegaan op de doelstelling en de gebruikers.

Doelstelling

Voor de infographic zijn de volgende doelstellingen geformuleerd:

- In één oogopslag een duidelijk beeld geven van de knelpunten die zich voordoen bij precisielandbouw
- De akkerbouwers informeren over de knelpunten waar ze tegenaan kunnen lopen wanneer zij beginnen met precisielandbouw.
- Akkerbouwers informeren hoe zij met bepaalde knelpunten om kunnen gaan

Gebruikers

Tot de gebruikers worden alle onderwijsinstellingen, de NPPL groep en akkerbouwers die geïnteresseerd zijn in de knelpunten van precisielandbouw en die inzicht willen in de knelpunten en hoe zij (of anderen) hiermee om kunnen gaan.

Wensen gebruikers

De volgende wensen zijn voor de gebruikers geformuleerd:

- De gebruiker wil een begrijpelijke manier inzicht in de knelpunten van precisielandbouw.
- De gebruiker wil informatie over hoe er met een knelpunt omgegaan kan worden.

Strategy infographic knelpunten

In de strategy zal er worden ingegaan op de doelstelling en de gebruikers.

Doelstelling

Voor de infographic zijn de volgende doelstellingen geformuleerd:

- Een duidelijk en te volgen overzicht geven van de stappen die een akkerbouwer moet nemen om aan PL te beginnen
- Akkerbouwers overtuigen om met precisielandbouw te beginnen

Gebruikers

Tot de gebruikers van de infographic worden alle akkerbouwers die niet weten hoe ze aan PL moeten beginnen gerekend die door het gebruik van deze infographic meer inzicht krijgen in hoe ze dit wel zouden kunnen gaan doen.

Wensen gebruikers

De volgende wensen zijn voor de gebruikers geformuleerd:

- De gebruiker wil een stappenplan die inzicht geeft hoe PL op een akkerbouw perceel toegepast kan worden.

Laag 2: Scope

De scope bestaat uit de elementen die de infographic moet bevatten.

Scope infographic knelpunten

In de scope van de infographic wordt aangegeven wat de belangrijkste features zijn, welke content er nodig is en wat de randvoorwaarden van infographic zijn.

Welke content is er is nodig?

- Resultaten van literatuuronderzoek (paragraaf 2.3)
- Resultaten van de interviews
- Resultaten van het literatuuronderzoek onderbouwd met argumenten uit de interviews

Wat zijn de randvoorwaarden?

- De huisstijl van de HAS gebruiken(?)
- Vormgegeven volgens gestalwetten

Scope infographic stappenplan

In de scope van de infographic wordt aangegeven wat de belangrijkste features zijn, welke content er nodig is en wat de randvoorwaarden van infographic zijn.

Welke content is er is nodig

- Resultaten van literatuuronderzoek
- Resultaten van de interviews
- Resultaten van het literatuuronderzoek onderbouwd met argumenten uit de interviews

Wat zijn de randvoorwaarden?

- De huisstijl van de HAS gebruiken(?)
- Vormgegeven volgens gestalwetten

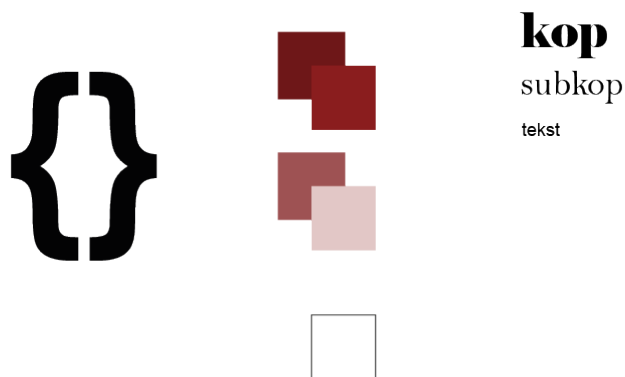
Laag 3: Structure/Styleboard

De structure geeft aan hoe verschillende pagina's en functies tot elkaar verhouden. Aangezien het 5S-model meestal gebruikt wordt om websites te ontwerpen, gaat deze stap niet op voor infographics. In plaats van de structure wordt deze S in het 5S-model vervangen door het stijlboard. Een stijlboard is een simpel overzicht over welk lettertype en welke kleuren er in de infographic gebruikt zullen worden.

Styleboard knelpunten

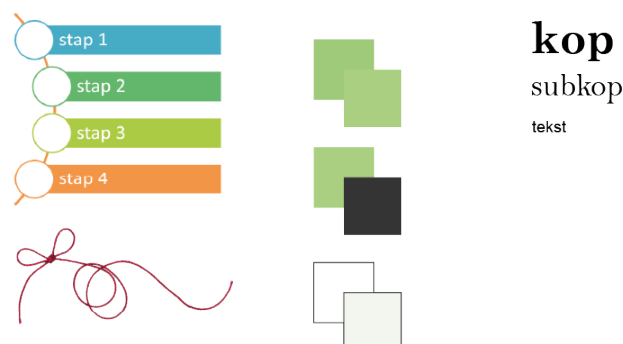
In het styleboard wordt een sfeer gegeven van het eindproduct. De kleuren en de lettertypes die gebruikt gaan worden weergegeven.

Knelpunten



Styleboard stappenplan

Stappenplan

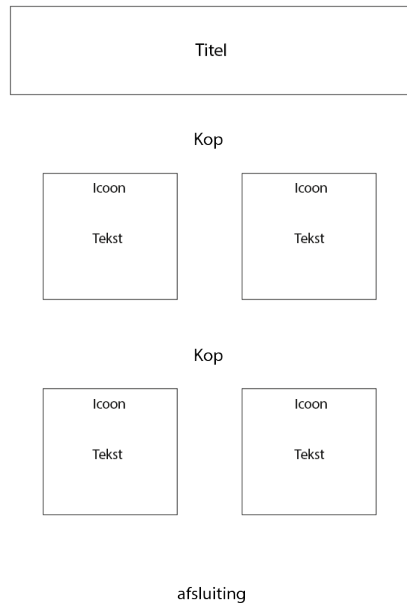


Laag 4: Skeleton

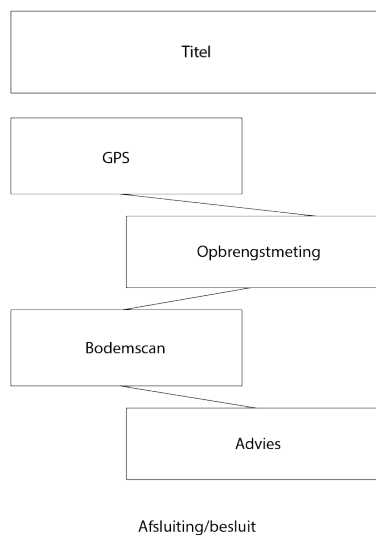
Ligt onder de surface (hetgeen wat je ziet), bepaalt de plaatsing van de verschillende elementen en figuren van een infographic. De skeleton zorgt ervoor dat een indeling zo efficiënt mogelijk is, zodat een gebruiker bijvoorbeeld niet hoeft te zoeken naar een logische leesvolgorde in de infographic.

Skeleton knelpunten

Een abstracte schets van de componenten van het eindproduct



Skeleton stappenplan



Laag 5: Surface

De surface is hetgene wat je ziet, de visualisatie van alle lagen samen. Bestaande uit tekst en figuren.



Knelpunten bij Precisielandbouw

Veel akkerbouwers lopen tegen problemen aan bij het beginnen met precisielandbouw. Wat zijn deze knelpunten?

Financiële Knelpunten



Vervangingstijd

Voor landbouwers is de vervangingstijd van machines nog onbekend. Het is lastig om te bepalen of je die nu al wil aanschaffen, of dat je liever een aantal jaar wacht.



Return on investment

Veel akkerbouwers willen niet beginnen aan precisielandbouw omdat het niet duidelijk is wat de investering op zal leveren, de Return on Investment is niet duidelijk.

Knelpunten bij gebruik



Standaardisatie

Standaardisatie van data ontbreekt. Voor uitwisseling van data uit verschillende bronnen is dit noodzakelijk, anders kan de data niet stromen van de ene naar de andere machine.



Geen plug & play

In de toekomst zal precisielandbouw meer "plug & play" worden: je zet het aan en het werkt. Voorlopig zal dit nog ingewikkelder zijn.

Wantrouwen bij data delen



Akkerbouwers zijn vaak sceptisch over bedrijfsgevoelige data delen met anderen, zoals overheden, adviesbureaus, toeleveranciers en andere akkerbouwers. De data kan bijvoorbeeld door overheden worden gebruikt om controle op de akkerbouwers uit te oefenen.

Voor meer informatie en hulp bij precisielandbouw, neem contact op met de Nationale Proeftuin PrecisieLandbouw.

