

27. JULI 2020

Wat een boer niet kent... dat weet zijn computer wel.

Waarom wordt precisielandbouw wat bijdraagt aan duurzaam ondernemen niet breder toegepast bij Nederlandse akkerbouwers?



GERWIN RUIJNE
BEDRIJFSKUNDE & AGRIFOODBUSINESS
AFSTUDEERDOCENT: GERT-WIM STOFFER
STUDENTNUMMER: 3022475

Wat een boer niet kent... dat weet zijn computer wel.

Waarom wordt precisielandbouw wat bijdraagt aan duurzaam ondernemen niet breder toegepast bij Nederlandse akkerbouwers?

Auteur: Gerwin Ruijne
Opleiding: Bedrijfskunde & Agrifoodbusiness
Begeleider: Gert Wim Stoffer
Plaats: Tiendeveen
Datum: 27-07-2020
In opdracht van: Aeres Hogeschool Dronten

DISCLAIMER

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

Samenvatting

In dit onderzoek wordt bekeken waarom er niet breder precisielandbouwtechnieken worden toegepast in de landbouwsector. Ondanks dat deze technologie beschikbaar is, en bijdraagt aan een duurzamere manier van ondernemen, wordt deze beschikbare technologie niet overal toegepast. Vanwege deze constatering kwam de onderzoeksvraag naar voren: ***“Waarom wordt precisielandbouw niet uitgebreider toegepast door Nederlandse akkerbouwers om bij te dragen aan duurzaam ondernemen?”***

Dit onderzoek richt zich ook op de invloed van gedrag op de adoptie van precisielandbouw technologieën in de landbouwsector. In eerste instantie is er een literatuuronderzoek gedaan om te bekijken wat er bekend is over precisielandbouw, welke soorten innovaties er zijn en verschillende modellen om natuurlijke weerstand in gedrag toe te lichten van mensen bij het implementeren van nieuwe technologieën. Na het literatuuronderzoek zijn er interviews afgenomen bij verschillende boeren, die actief zijn in de landbouwsector. Er is een vragenlijst opgesteld aan de hand van het literatuuronderzoek, zodat met de interviews de juiste data kon worden verzameld om samen met de theorie een antwoord te kunnen geven op de deelvragen en uiteindelijk op de onderzoeksvraag, met behulp van een kwalitatieve onderzoeksmethode.

Uit de analyse van de resultaten is gebleken dat de sector wel potentie ziet in de precisielandbouwtechnieken en dat die in de toekomst zeker een grote waarde zullen hebben, maar er is vaak een gebrek aan kennis over de daadwerkelijke opbrengst die de adoptie van deze technologieën met zich mee kan brengen. Wel is bekend dat de investering van deze nieuwe technologie erg hoog is, wat een belangrijke drempel is om te investeren in nieuwe landbouwtechnieken.

De conclusie van dit onderzoek is dat gedrag een belangrijke factor is in het adopteren van precisielandbouwtechnieken. Er is niet voldoende bewijs van rendement, onvoldoende hulp vanuit de overheid en niet genoeg motivatie vanuit de boeren om additionele technieken toe te passen. Er zijn bij vrijwel alle boeren wel de “basis” technologieën geïmplementeerd, omdat deze van zeer grote toegevoegde waarde zijn in de bedrijfsvoering. De andere technologieën, die niet per se vereist zijn, zijn nog onvoldoende aantrekkelijk om de boeren over te halen om hier een grote investering in te doen.

Summary

This study examines why broader precision farming techniques are not applied in the agricultural sector. Although these technologies are available and contributes to a more sustainable way of doing business, these technologies are not used everywhere in the agricultural sector. Because of this observation the following research question arose: **“why are precision farming techniques not used more extensively by Dutch arable farmers to contribute to sustainable entrepreneurship?”**

This research also focuses on the influence of behavior on the adoption of precision farming technologies in the agricultural sector. Initially, a literature study was conducted to see what knowledge there is available about precision farming, what types of innovation there are and different models to explain natural resistance in people’s behavior when implanting new technologies. After the literature study, interviews were conducted with various arable farmers. A questionnaire was written based on the literature study, so that the interviews could be used to collect data directly from the arable farmers. These interview data combined with the theory provide an answer to the sub-questions and ultimately to the research question, using a qualitative research method.

The analysis of the results has shown that the sector does see potential in precision farming techniques and that it will certainly be of great value in the future, but there is often a lack of knowledge about the actual yield of adoption of these technologies can bring. It is known that the investment of these new technologies are very high, which is an important barrier to invest in new agricultural techniques.

This study concludes that behavior is an important factor in adopting precision farming techniques. There is not enough evidence of return on investment, insufficient help from the government and not enough motivation from the farmers to apply additional techniques. Almost all farmers have implemented the “basic” technologies, because these are of very great added value in business operations. The other technologies, which are not necessarily required, are not yet sufficiently attractive to persuade farmers to make a large investment in this.

Voorwoord

Het afstudeerwerkstuk is grotendeels uitgevoerd bij Raiffeisen Ems-Vechte. De Raiffeisen Ems-Vechte is een coöperatie en is in 2012 ontstaan uit een fusie van twee coöperaties. De hoofdactiviteit van dit bedrijf is de verkoop van- en advies over hoogwaardige diervoeder producten die door de dochterondernemers geproduceerd worden. Binnen de landbouw tak van de coöperatie wordt advies gegeven over meststoffen, gewasbeschermingsproducten, landbewerkingsmethoden en worden relevante producten verkocht.

Mijn functie binnen deze afdeling van het bedrijf is akkerbouwadviseur, daarnaast is mijn taak ook het zijn van aanspreekpartner voor precisielandbouw. Een tak binnen het bedrijf die nu nog niet zo groot is maar groeiende is. Samen met mijn leidinggevende is meerdere malen de vraag naar voren gekomen waarom er zoveel goede technieken bestaan, maar deze in de praktijk niet bij iedere boer worden toegepast. Naast deze functie als akkerbouwadviseur bij Raiffeisen Ems-Vechte ben ik in maatschap met mijn ouders op ons ouderlijk melkveebedrijf in Drenthe, waar ook nog niet al deze technieken zijn geïmplementeerd.

De afgelopen jaren zijn erg nuttig geweest voor het opdoen van ervaring op het gebied van akkerbouw en precisielandbouw in het buitenland. In Paraguay ben ik een aantal maanden aan het werk geweest in de teelt van rijst, hier werd vooral gebruik gemaakt van precisielandbouw op het gebied van watermanagement. Aansluitend heb ik hier een aantal grootschalige akkerbouwbedrijven in Brazilië bezocht die veel met precisielandbouw technieken bezig waren. In Texas ben ik een aantal maanden op een melkveebedrijf werkzaam geweest waar in de regio vanwege het droge klimaat veel gedaan werd met het plaats specifiek beregenen en meststoffen toedienen. Ook na een reis naar Israël, werd duidelijk dat precisielandbouw breed wordt toegepast en zeer positieve resultaten oplevert op het gebied van efficiëntie vanwege het watertekort in dit land. De afgelopen twee jaren waren in Nederland verschrikkelijk droog, des te interessanter worden bijvoorbeeld deze technieken van water op de juiste plaats en op het juiste moment toedienen.

Voordat ik begon als akkerbouwadviseur bij Raiffeisen Ems-Vechte ben ik werkzaam geweest als bedrijfsleider op een akkerbouwbedrijf in Roemenië. Hier maakten we gebruik van een aantal precisielandbouw technieken zoals GPS en RTK. Alle kosten werden hier goed doorgerekend en er werd voornamelijk vanuit economisch oogpunt naar het bedrijf gekeken.

Naar aanleiding van mijn ervaringen en mijn functie op dit moment is de vraag ontstaan waarom deze technieken in Nederland nog niet breed worden ingezet, wat eigenlijk wel te verwachten is van een land wat hoog staat in de expertise rondom de agrarische sector. Desalniettemin wordt precisielandbouw dus nog bij lange na niet bij elk boerenbedrijf toegepast. Ik wil graag onderzoeken op welke manier er in de toekomst gebruik gemaakt kan worden van deze technologische ontwikkelingen, maar ook hoe dit zowel economisch als ecologisch en maatschappelijk interessant kan zijn.

Door mijn studie Agrarische bedrijfskunde ben ik vanuit een andere hoek gaan kijken naar de veranderingen in de precisie landbouw. Ik zie dat deze technieken niet alleen economisch voordeel kunnen behalen maar ook ecologische en maatschappelijke voordelen.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	2
Summary	3
Voorwoord.....	4
1. Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Theoretisch kader	7
1.3 Knowledge gap	16
1.4 Hoofd en deelvragen	17
1.5 Afbakening.....	17
1.6 Doelstelling	17
2. Materiaal en methode	18
Field research	18
Data analyse	18
Validiteit en betrouwbaarheid	18
Uitwerking hoofd- en deelvragen	18
Zoekplan	19
3. Resultaten.....	21
Kwalitatief onderzoek.....	21
Analyse van de interviews.....	21
Hoe ziet de sector de nieuwe precisielandbouwtechnieken?.....	22
Welke bijdrage leveren de technieken volgens de boeren?	24
4. Discussie	25
5. Conclusie en aanbevelingen	27
Conclusie.....	27
Aanbevelingen	28
6. Bibliografie.....	29
7. Bijlagen	31
Interview.....	31

1. Inleiding

In de akkerbouwsector is er de afgelopen decennia veel veranderd. De doelen van het klimaatakkoord die in 2050 behaald moeten worden, zorgen voor meer wet- en regelgeving over hoe de landbouwsector zou moeten opereren. In het klimaatakkoord staat dat ook akkerbouwers de uitstoot van broeikasgassen moeten verlagen. Ook al is dit thema bij de akkerbouw niet zo ingrijpend als bij veehouderijen. De CO₂ uitstoot is in de akkerbouw aanzienlijk lager, en het klimaatakkoord richt zich voor een groot deel op deze factor, toch zal er met het oog op de toekomst anders gekeken moeten worden naar de optimale bedrijfsprocessen. Ook vanuit de maatschappij is de aandacht voor duurzaam en maatschappelijk verantwoord ondernemen sterk toegenomen. Als eerste wordt verwacht dat het voedsel op een gezonde, en veilige manier wordt verbouwd. Door deze wens of eis van de consument moeten akkerbouwbedrijven transparant zijn in de manier van produceren. Als er tijdens het productieproces handelingen worden uitgevoerd die maatschappelijk niet verantwoord zijn, volgt hier snel publiekelijk kritiek op. Dit zorgt ervoor dat er bij wijze van spreken een continue controle is op de bedrijfsvoering. Dit is een uitdaging voor de akkerbouwers. Ook zijn het in stand houden van de biodiversiteit en de inrichting en verzorging van het landschap, bijvoorbeeld de status van de grond waar de gewassen op worden geteeld, actuele onderwerpen. Consumenten hebben behoefte aan afwisselende, luxe producten en specialiteiten die op een specifieke manier zijn geproduceerd of uit een bepaalde streek komen. Deze verschillende 'eisen' van de verschillende partijen, zorgt voor de vraag waar in deze sector de komende jaren kansen liggen. Ook het financiële aspect van de bedrijfsvoering zal veranderen naar aanleiding van de andere manier van productie.

1.1 Aanleiding

Er is op het gebied van technologische ontwikkelingen veel veranderd in deze sector, wat later in dit onderzoek toegelicht zal worden. Zo is op het gebied van duurzaam produceren, kringlooplandbouw en precisielandbouw de afgelopen decennia grote stappen gemaakt, vooral door de ontwikkelingen op het gebied van precisielandbouw. Deze ontwikkelingen kunnen bijdragen aan het creëren van meervoudige waarde creatie. Momenteel is er echt profijt van landbouwtechnieken die economisch, productief en sociaal en ecologisch duurzaam zijn zodat er rekening gehouden wordt met het milieu. Het concept van precisielandbouw wordt steeds aantrekkelijker onderneming voor het realiseren van duurzame landbouw en het gebruik van natuurlijke hulpbronnen. Ondanks de toename en aanwezigheid van deze kennis op dit gebied, wordt dit niet in de hele sector toegepast en wordt er dus niet optimaal gebruik gemaakt van deze ontwikkelingen. Dit is de reden dat een onderzoek naar waarom dit niet breder wordt ingezet, nuttig kan zijn zodat de sector als geheel betere resultaten zou halen op het gebied van duurzaamheid en maatschappelijk verantwoord ondernemen. De toekomst van deze sector is vanwege persoonlijk oogpunt van belang, omdat mijn toekomst waarschijnlijk ligt bij een bedrijf dat akkerbouw gerelateerde producten en diensten verkoopt. Daarnaast is er binnen het gezinsmelkveebedrijf ook akkerbouwmatige teelten. De toekomst van de akkerbouwsector is op persoonlijk vlak dus zeer interessant en relevant.

1.2 Theoretisch kader

In het theoretisch kader wordt gekeken naar wat er al bekend is over het te onderzoeken onderwerp. Het is belangrijk om te kijken naar de technologische ontwikkelingen in de akkerbouwsector om een goed beeld te kunnen vormen over wat de mogelijkheden vandaag de dag zijn op het gebied van duurzaam en maatschappelijk verantwoord ondernemen. Vervolgens wordt onderzocht hoe er binnen deze sector in de toekomst nog efficiënter gewerkt kan worden. De onderwerpen die in dit theoretisch kader beschreven worden zullen verband hebben met de ontwikkelingen op het gebied van precisielandbouw. Deze technologieën die zich richten op duurzame landbouwsystemen, zijn technologieën die beschikbaar zijn, nieuw of in ontwikkeling zijn, maar niet door alle boeren zijn overgenomen (Schnabel, 2001). Het is een uitdaging de impact op het milieu met deze nieuwe technologieën te verkleinen. Veel landen zijn het erover eens dat nieuwe biotechnologieën zowel economische als duurzame voordelen met zich mee moeten brengen. Verschillende ontwikkelingen worden besproken welke bijdragen aan een duurzamere manier van ondernemen.

Technologische ontwikkelingen

De innovaties op het gebied van technologie in de landbouwsector draagt op een positieve manier bij aan het verduurzamen van de sector. Met behulp van nieuwe technologieën kan er efficiënter en milieuvriendelijker omgegaan worden met bijvoorbeeld het gebruik van giftige stoffen, de hoeveelheid waterverbruik voor besproeiing of het realiseren van een gezonde voedingsbodem. Deze voordelen dragen allen bij aan het voeren van een milieuvriendelijkere, duurzamere bedrijfsvoering. Het adopteren van technologieën door boeren is een investering. Het kost echter tijd om te gaan profiteren en boeren zijn misschien terughoudend om hierin te gaan investeren. Een onzeker klimaat met meer beperkingen, waar de voordelen voor de samenleving zijn. Moet het de boer of de samenleving zijn die betaalt?

Technologische verandering is de basis geweest voor het verhogen van de landbouwproductiviteit en bevordering van de landbouwontwikkeling. Onderzoek beïnvloedt de productiviteit van landbouwsystemen door het genereren van nieuwe technologieën die, indien passend voor de omstandigheden van de boeren, snel kunnen en zullen worden overgenomen. Historisch gezien waren onderzoekers en voorlichters primair verantwoordelijk voor het identificeren en het injecteren van economische en omgevingsfactoren in het proces van ontwikkeling en introductie van een agrarische innovatie. Dit kenmerkt zich typisch als een top-down proces, waarbij onderzoekers de innovatie te ontwikkelen, voorlichters bevelen het gebruik ervan aan en boeren keuren de innovatie goed of verwerpen deze innovatie gebaseerd op de voor hen belangrijke kenmerken.

Het is van belang om een beter inzicht te krijgen in de beschikbare technologieën van de precisielandbouw. De verschillende beschikbare technologieën zullen beschreven worden, hoe deze kunnen worden gebruikt en technologische aspecten.

GNSS: Positiebepaling

Het is altijd moeilijk om de grenzen van de precisielandbouw vast te stellen, omdat er verschillende elementen kunnen worden toegepast met verschillende combinaties van technologieën. Er is echter één kernelement dat deel uitmaakt van bijna alle individuele technologieën: Wereldwijd satellietnavigatiesysteem (GNSS) (Pedersen & Lind, 2017).

Het bepalen van een positie in het veld is een voorwaarde voor de meeste preciselandbouwtechnologieën. Met de bekende positie, is het mogelijk om de gemeten variabelen in kaart te brengen op basis van de positie. Verschillende systemen kunnen worden gebruikt voor GNSS, waarvan het Amerikaanse Global Positioning System (GPS) het meest gebruikt wordt in Nederland. De vereiste nauwkeurigheid is afhankelijk van het doel dat moet worden bereikt. Met behulp van GPS kan men rijden met een minimale afwijking van 5 centimeter en een maximale afwijking van 10 meter. Hierdoor kan er nauwkeurig gewerkt worden, en kan de opbrengst worden geoptimaliseerd door bijvoorbeeld vaste rijbanen vast te stellen.

Sensoren: bepalen variaties in gewas- en bodemeigenschappen

Sensortechnologieën maken het mogelijk om variaties in het veld te detecteren. Door deze sensoren worden de kenmerken van de bodem en de gewassen opgeslagen en hierdoor kan er een kaart gemaakt worden met de exacte locaties en bijbehorende conditie. Dit is nuttig voor opbrengstbepaling, gewasgroei en bodemverzorging. Data wordt verkregen en vastgesteld met behulp van satellietbeelden of sensoren, al dan niet gekoppeld aan tractoren en/of andere voertuigen. Er zijn verschillende soorten sensorsystemen beschikbaar. Sensoren die variaties in de biomassa van de gewassen in kaart brengen en sensoren die variaties in de bodem in kaart brengen (Kempenaar, Heijting, Kessel, Michielsen, & Wijnholds, 2013).

Nearby sensing houdt in dat de opname wordt uitgevoerd met camera's vanaf de grond. Er worden camera's gebruikt die op een voertuig zijn gemonteerd, bijvoorbeeld een tractor of een veldspuit. Dit levert puntmetingen en lijnscans op tijdens het rijden over het veld. Remote sensing houdt in dat er gebruik wordt gemaakt van opnames van satellieten. Biomassa parameters zijn geleverd in roosters. Daarnaast worden onbemande luchtvaartuigen (UAV's), zoals drones, gebruikt.

Er worden verschillende methoden gebruikt om de bodemeigenschappen in Nederland te bepalen. Twee van deze methoden die de bodem niet verstoren, zijn bodemkarakteristieke bepalingen door middel van elektrische geleiding en door het meten van de natuurlijke gammastraling (Kempenaar et al., 2013). Er kunnen hierdoor verschillende bodemeigenschappen worden teruggevonden, zoals het bodemtype, de hoeveelheid bodemvocht, de porositeit, de temperatuur, de hoeveelheid zout en de hoeveelheid aanwezige organische stof (Groenkennisnet, n.d.).

Rendementen in kaart brengen

Het doel van het in kaart brengen van de opbrengst is om meer inzicht te krijgen in de opbrengst van verschillende gedeeltes landbouwgrond binnen een veld. Op basis van de opbrengstmetingen van bijvoorbeeld een aardappel rooimachine kan een opbrengstkaart worden ontwikkeld per gedeelte. De opbrengstmetingen worden verkregen via weegsensoren op de aardappel rooimachine. Deze sensoren zijn gemonteerd onder een transportband op de oogstmachine. De aardappelen die geoogst worden komen over deze band en gaan naar het opslaggedeelte van de machine. De gegevens die voortvloeien uit deze metingen worden gecombineerd met de rijsnelheid van de oogstmachine, de snelheid van de transportband en GPS informatie. Met deze combinatie kan men nauwkeurige opbrengstkaarten maken.

De opbrengstkaart kan worden vergeleken met andere verkregen datakaarten van hetzelfde veld. Het opbrengstpotentieel van de aardappelen kunnen met behulp van deze kaarten worden bepaald. Daarnaast kunnen opbrengstkaarten worden gebruikt om het productieproces bij te sturen, zoals het extra bemesten, besproeien of mate van zaaien.

Gecontroleerde verkeerslandbouw (CTF)

Een 'verkeerspad/rijspoor' is een pad op het veld waarop de machines rijden om alle noodzakelijke handelingen te verrichten. De grond op de paden wordt tijdens de werkzaamheden verdicht. Dit houdt in dat de lucht uit de bodem wordt geduwd, waardoor de dichtheid van de bodem toeneemt. Dit heeft een negatief effect op de kwaliteit van de bodem en dus op de inkomsten van de boer (Schans et al., 2011). Daarom is het belangrijk om de paden zo efficiënt mogelijk te organiseren, rekening houdend met de verschillende werkbreedten en -gedeelten van de machines. Boeren kunnen hun velden optimaal organiseren met behulp van GPS-technieken zoals eerder beschreven. Het gebruik van efficiënte en vaste paden zal tijd besparen doordat er minder sprake zal zijn van overlappende werkzaamheden (meerdere keren over een bepaald stuk grond gaan). Ook kunnen in het systeem teeltvrije zones naast de sloten worden getekend, om rekening te houden met de minimale benodigde afstand tussen de gewassen en de sloot. Het gebruik van vaste paden is ook belangrijk voor de navigatie binnen een veld. Scherpe bochten kunnen worden vermeden met de technologie, omdat de gewassen kunnen beschadigen tijdens het achteruitrijden en het omdraaien. Het gebruik van Gecontroleerde Verkeerslandbouw kan de boer helpen om de inputkosten, de brandstofkosten en de arbeidskosten te verminderen en bodemverdichting. Bovendien verhoogt het de algemene efficiëntie in het veld, het comfort van de bestuurder en de werkkwaliteit (Pedersen & Lind, 2017). Controlled Traffic Farming (CTF) is een verdere ontwikkeling van navigatiesystemen voor auto's die economisch rendabel zijn gebleken op grote landbouwbedrijven (Pedersen & Lind, 2017). De besturing van de trekker/zelfrijdend voertuig kan op verschillende manieren worden geïmplementeerd. Door deze techniek kan de bestuurder zich ondertussen op andere dingen concentreren, omdat het rijden volledig automatisch gaat. Ook 's nachts of bij slechte weersomstandigheden wordt er zeer nauwkeurig gereden, tot wel 2 cm nauwkeurig (Groenkennisnet (n.d.)). Met andere systemen volgt een tractor een vooraf ingesteld pad, waardoor ook met grotere snelheden nauwkeurig kan worden gereden (Schans et al., 2011).

Toepassingen met variabel tarief

Er kunnen binnen één veld veel verschillen optreden in bijvoorbeeld grondsoort, bodem vruchtbaarheid, water gerelateerde eigenschappen en aanwezigheid van ziekten. Dit betekent dat de kwaliteit en de opbrengst van de gewassen sterk kan variëren binnen een veld. De toepassing van een variabel tarief kan hiervoor een oplossing zijn. De gegevens worden verkregen door middel van sensing, dit geeft inzicht in de variatie in de locatie gebonden omstandigheden op het veld. Door informatie te verzamelen uit meerdere jaren kan een beter inzicht worden verkregen in de bodem- en gewascondities. Met behulp van deze informatie kunnen aanpassingen worden gedaan om de situatie te verbeteren (Kikkert, 2009).

Toepassingen met een variabel tarief omvatten meer onzekerheid dan de andere technologieën. Variabel tarief gaan vergezeld van een voorspelling en/of verwachting. Zo gaat men er bijvoorbeeld van uit dat een slechte zone in een veld heeft meer stikstof nodig om een tekort aan voedingsstoffen te voorkomen. Of deze voorspelling correct is, hangt af van de natuurlijke, onvoorspelbare en oncontroleerbare factoren in de teelt. Dit is niet het geval voor de andere technologieën. Zo wordt de gecontroleerde verkeerslandbouw niet beïnvloed door het ecosysteem. Als het verkeerspadstelsel eenmaal is gecreëerd, blijft het hetzelfde. Op deze manier zijn de resultaten kan worden voorspeld. De toepassing van een variabel tarief kan worden toegepast op verschillende aspecten van het teeltsysteem. Men kan het toepassen in variabele aanplantverschillen, variabel gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, variabele dosering van bemesting en variabele dosering van kalk. Variabele plantverschillen in bijvoorbeeld schaduwzones of droge zandkoppen leidt tot een lagere opbrengst per plant. Om ervoor te zorgen dat er is voldoende licht, water en mineralen beschikbaar voor elke plant, moet er minder uitgangsmateriaal in worden geplant. Dat resulteert in een hogere opbrengst per plant en lagere kosten en dus zorgt voor een hogere financiële opbrengst.

Verschillende toepassingen

Technologieën die nauwkeuriger gericht zijn op plagen en ziekten.

Technologisch vooruitgang in de wetenschap van plagen- en ziektebestrijding zal naar verwachting doorgaan met het produceren van chemische bestrijdingsmiddelen die in de loop van de tijd die ook minder giftig zijn, minder hardnekkig en minder schade toebrengen door opname in de grond. Er is meer mogelijkheid tot het monitoren van de hoeveelheid plagen en ziekten door op kennis gebaseerde systemen. Ook zijn de kosten van elektronische sensoren en computers afgenomen, waardoor boeren zuiniger om kunnen gaan met het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen zoals insecticiden, herbiciden en fungiciden. Door ontwikkelingen kunnen ze dit alleen gebruiken waar en wanneer nodig, in plaats van volgens vooraf bepaalde standaard doseringen en schema's.

Technologieën die nutriënten efficiënter toedienen.

Boeren vertrouwen traditioneel op twee hoofdpraktijken om voedingsstoffen te leveren aan wortelzones: bemesting en verbranding. Anorganische meststoffen hebben scheiding van gewasproductie en veeteelt mogelijk gemaakt, de vruchtbaarheid hersteld op verarmde gronden, en bijgedragen aan de ontwikkeling van de veeteelt op basis van graan en andere voederingsrediënten. Jarenlang onderzoek naar de specifieke behoeften van bepaalde gewas-grondcombinaties heeft geleid tot meer wetenschappelijk geformuleerde meststoffen. Bredere toepassing van technologieën die meststoffen alleen toedienen op tijden en in de benodigde hoeveelheden kan worden verwacht dat opbrengsten toenemen.

Technologieën die water efficiënter toedienen.

Veel van de oorspronkelijke technieken worden nog steeds gebruikt. Het irrigeren van gewassen is zo oud als de beschaving zelf. Het probleem vandaag de dag is dat watertransport door open kanalen en groeven verspilling is: een groot deel van het water verdampt voordat het de wortelzone bereikt. Veel van het water wat gebruikt wordt in de landbouw wordt met buizen of slangen naar de velden gevoerd. De technische efficiëntie kan nog worden verbeterd door meer toepassing van technologieën die, zoals precisiebemesting, een nauwkeurigere metingen te combineren met de werkelijke gewasbehoeften met middelen die het water nauwkeuriger te doseren.

Technologieën die verspilling na het oogsten verminderen.

De vraag naar primaire landbouwgrondstoffen is een afgeleide vraag, die mede wordt bepaald door verspilling tussen producent en eindverbruiker. Technologieën die in OESO-landen worden gebruikt voor oogsten, transporteren, opslaan, verwerken en distribueren van landbouwproducten zijn al zeer efficiënt en resulteren in veel lagere niveaus van verspilling dan in landen waar het benodigde kapitaal en de infrastructuur een veel korter aanbod hebben. Vrijwel elk deel van de meeste gewassen en dieren wordt teruggewonnen voor commercieel gebruik, soms in de vorm van veevoer, kunstmest of het opwekken van energie. Enige verdere vermindering van de verliezen na de oogst is haalbaar, maar de meest verspilling (in verhouding tot de gekochte hoeveelheid) vindt plaats op het moment van eindverbruik.

Technologieën die kennis verspreiden.

Historisch gezien vertrouwden boeren alleen ervaring en die van hun buren met betrekking tot het toepassen van "goede landbouwpraktijken". Advies en informatie van door de overheid gefinancierde agentschappen en de agrovoedingsindustrie wordt steeds meer gericht op milieueffecten. Het internet biedt verdere ontwikkelingen bij de verspreiding van informatie over duurzame technologieën.

Weerstand tegen veranderingen.

Weerstand tegen verandering is normaal. In principe willen we alles bij het oude laten. We vinden het moeilijk om een verandering te accepteren, wanneer het een verandering betreft die we niet gewenst hadden en waarvoor we zelf niet gekozen zouden hebben.

- Alles bij het oude laten

Ieder mens is geneigd om alles bij het oude te laten. Hoe het komt? Daar zijn we vertrouwd mee: we weten waar we aan toe zijn en vanuit de comfortzone kunnen we de risico's mogelijk aardig overzien. Veranderingen maken een inbreuk op onze behoefte aan zekerheid. Zekerheid is in feite duidelijkheid. Dus onze behoefte aan duidelijkheid wordt doorbroken.

- De wereld verandert: u moet mee

Echter: de wereld verandert continue. U en ik moeten mee in de verandering, willen we aansluiting houden bij de maatschappij, bij de arbeidsmarkt en bij datgene wat de werkgever van ons verlangt. Wie niet open staat voor veranderingen, mist de boot en mist de aansluiting op een gegeven moment.

- Aanvaarden en accepteren

Veranderingen aanvaarden is dus voor veel mensen moeilijk. Het kan zelfs stress of slapeloze nachten veroorzaken. Kortom: het roept weerstand op. Een natuurlijke reactie van mensen is om dan net als bij stress: te vechten of vluchten. Vechten is: de strijd aanbinden tegen de verandering. Vluchten betekent: net doen alsof er niets aan de hand is.

- Het heeft tijd nodig

Om aan verandering te wennen, is er tijd nodig. Daarom spreken we ook over fasen bij het veranderingsproces. Acceptatie van verandering kunt u niet afdwingen. Gerichte training kan het proces zeker versnellen.

- Mogelijkheden en kansen

Veranderingen bieden ook mogelijkheden en kansen. Nieuwe situaties, nieuwe heren, nieuwe wetten en nieuwe mogelijkheden. Maar dat ziet u pas op het moment dat u de weerstand tegen de verandering kunt opgeven.

Innovaties in organisaties zijn alleen succesvol als individuen de innovatie gedurende een bepaalde periode gebruiken, waardoor deze wordt geaccepteerd en geïntegreerd in een organisatie (Hameeda et al., 2012). Het is daarom belangrijk om de kennis van het product en het gebruik ervan onder de aandacht van de gebruiker te brengen voordat deze het product accepteert. In de literatuur zijn veel studies te vinden naar het gedrag van consumenten bij de aanschaf van innovatieve producten. Er is niet één enkele theorie over innovatieadoptie (Wichman en Carroll, 1999). Uit de literatuur blijkt dat het Diffusion of Innovation (DOI), Technology Acceptance Model (TAM) en de Theory of Planned Behavior (TPB) op grote schaal zijn gebruikt voor studies naar de acceptatie van innovatie. Hier kan ook het Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) model aan worden toegevoegd (Holden et al., 2010).

Theorie van gepland gedrag (TPB):

Dit model is afgeleid van het TRA (Theory of Reasoned Action) model. Het TRA-model kan worden uitgebreid met een nieuwe component: Waargenomen Gedragscontrole (Ajzen, 1991). De TPB wordt gebruikt om gedrag te voorspellen. Dit model richt zich op theoretische constructies met betrekking tot individuele motivatiefactoren die de prestaties van specifieke gedragingen bepalen en is gebruikt in een studie naar gezondheidsgedrag (Glanz K., 2015). Figuur 1.1 toont de theorie van gepland gedrag. Hier is te zien dat de gedragsintentie direct invloed heeft op het gedrag. De gedragsintentie wordt beïnvloed door de houding, de subjectieve norm en de waargenomen gedragscontrole, die op hun beurt worden beïnvloed door de overtuigingen van elk individu. Het zelf ervaren vermogen om het eigen gedrag te controleren (Perceived Behavioral Control) kan ook een directe invloed hebben op het gedrag en daarmee het gedrag veranderen zonder de houding en de subjectieve norm (Gunnnewiek, 2018).

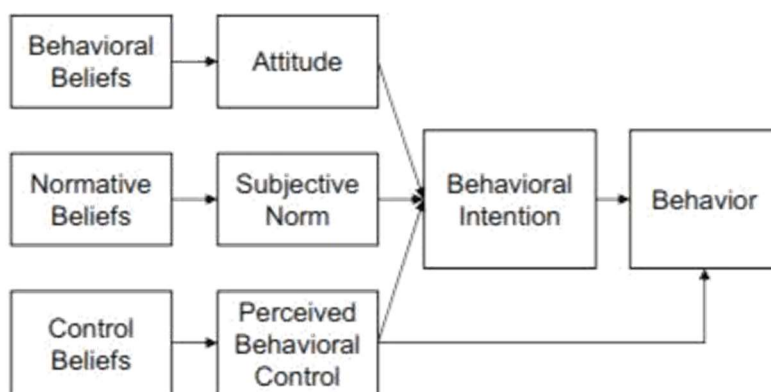


Figure 1: Theory of Planned Behaviour (TPB)

Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT):

Dit model wordt gebruikt om de intentie van de medewerker voor het gebruik en de acceptatie van een bepaalde technologie te voorspellen. Het is onder andere gebruikt om de adoptie van mobiel bankieren onder gebruikers te verklaren (Zhou et al., 2010). Figuur 1.2 toont het UTAUT-model, waarin te zien is dat vier variabelen de intentie voor bepaald gedrag (Behavioral Intention To Use), of acceptatie, beïnvloeden. Dit zijn de variabelen prestatieverwachting, inspanningsverwachting, sociale invloed en faciliterende voorwaarden (Gunnewiek, 2018).

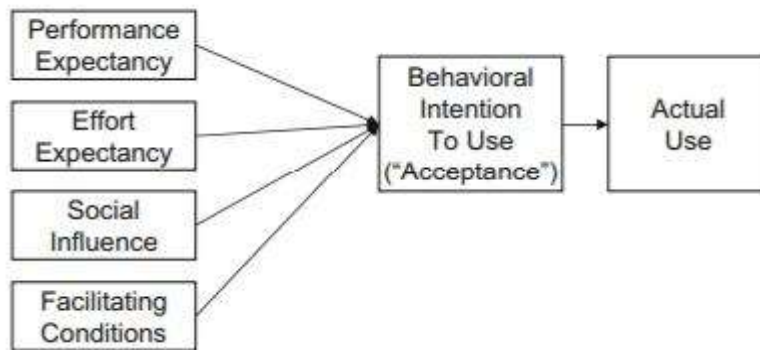


Figure 2: Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)

Het Technology Acceptance Model (TAM):

Dit model is ontwikkeld omdat medewerkers geen gebruik maakten van technologische innovaties die voor hen beschikbaar waren. Volgens de auteurs was de sleutel tot het verhogen van het gebruik van technologische innovaties het verhogen van het acceptatieniveau (Holden et al., 2010). Zoals figuur 1.3 laat zien, wordt het daadwerkelijke gebruik (Actual Use) beïnvloed door gedragsintentie (Behavioral Intention To Use). De gedragsintentie wordt weer beïnvloed door de houding (Attitude) ten opzichte van het gebruik van de innovatie. De houding heeft weer twee bepalende factoren: Waargenomen gebruiksgemak (gepercipieerd gebruiksgemak) en gepercipieerde bruikbaarheid (gepercipieerd nut). Het gepercipieerde gebruiksgemak heeft ook direct invloed op de gedragsmatige intentie om te gebruiken, en het gepercipieerde gebruiksgemak heeft weer invloed op het gepercipieerde gebruiksgemak.

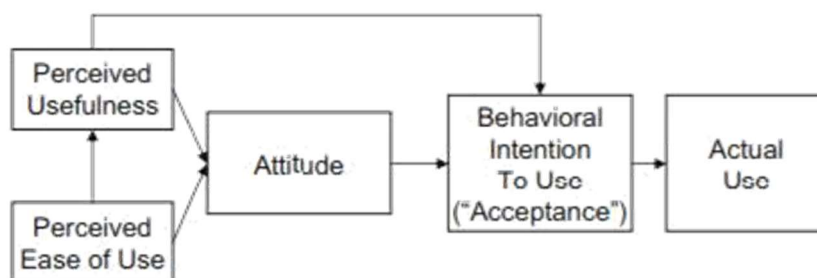


Figure 3: Technology Acceptance Model (TAM)

Volgens Holden et al. (2010) is het TAM-model het meest gebruikte model om de reacties van gebruikers op nieuwe technologische innovaties te onderzoeken. Zij geven aan dat TAM een enigszins gouden standaard is, misschien zelfs een model in het bedrijfsleven. Volgens Son et al. (2012) is TAM de meest invloedrijke benadering om de gebruikersacceptatie van technologische innovaties te onderzoeken. Son et al. (2012) zeggen ook dat TAM zich richt op het ontdekken van de impact van externe variabelen op de perceptie en de houding van de gebruiker ten opzichte van een bepaald type technologie, evenals de intentie om de technologie daadwerkelijk te gebruiken. Daarom is TAM in deze studie gebruikt om de acceptatie van de innovaties te onderzoeken.

Variant van het Technologie Acceptatie Model (TAM):

Het TAM-model is een theorie die vele veranderingen heeft ondergaan. De TAM2 is een update van de originele TAM. De attitude component is verwijderd en er zijn vijf andere variabelen toegevoegd die de gedragsintentie beïnvloeden. Figuur 1.4 toont het TAM2-model. De variabele subjectieve norm is bedoeld om de sociale invloed aan te pakken die vereist dat eindgebruikers een technologische innovatie positief evalueren en accepteren (Holden et al., 2010) en heeft een invloed op het waargenomen nut en een directe invloed op de gedragsintentie om te gebruiken (Gunnnewiek, 2018).

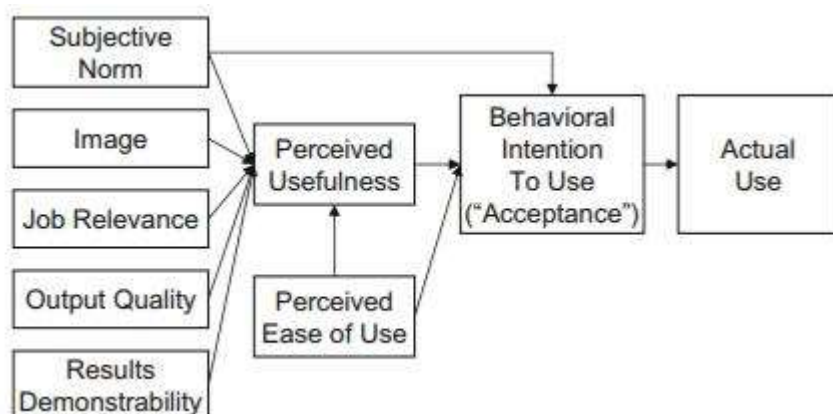


Figure 4: Variant van het Technologie Acceptatie Model (TAM)

Terminologie van landbouwtechnologie.

Precisielandbouw, slimme landbouw, big data en digitale landbouw worden modewoorden in de agribusiness en de media, als gevolg van recente ontwikkelingen in de landbouwtechnologie (AAFC, 2018a; Bayer, 2019b; Bronson & Knezevic, 2016a; Fleming et al., 2018; Whale & Hand, 2019; Wolfert et al., 2017). Ondanks hun populariteit zijn de voorgaande termen doorgaans slecht gedefinieerd; duidelijke definities zijn echter essentieel om te begrijpen. Vanwege zijn langere geschiedenis en gepercipieerde neutraliteit, is precisielandbouw de meest voorkomende en gevestigde term binnen en. Een langere lijst met termen is digitale landbouw, slimme landbouw, precisielandbouw, klimaatslimme landbouw, locatiespecifiek gewas beheer, bodemspecifieke landbouw, satellietlandbouw, schone technologie, duurzame intensivering, sensoren, internet of things (IoT), robots en kunstmatige intelligentie (AI) en cloud computing.

Het uitgangspunt van precisielandbouw is om technologie en gegevensverzameling te gebruiken om efficiëntere, locatiespecifieke en tijdige landbouwpraktijken te informeren, de opbrengst te maximaliseren en de milieueffecten te minimaliseren (Bhakta et al., 2019; P. Roberts, 1999; Yost et al., 2019; Young, 2018). Er is geen uniforme taal om de digitale landbouwrevolutie te bespreken; auteurs kiezen doorgaans een term in overeenstemming met de theoretische grondslagen en het doel van de studie. Veel publicaties in de opkomende literatuur over sociale wetenschappen gebruiken slimme landbouw om het gebruik van digitale technologieën te beschrijven om holistisch landbouwbeheer en besluitvorming te informeren (Eastwood et al., 2017; Regan, 2019; Wolfert et al., 2017). Als alternatief gebruiken anderen big data als centraal concept om het veranderende landschap van voedselsystemen te verkennen (Bronson & Knezevic, 2016a; Carbonell, 2016; Carolan, 2018a; Weersink et al., 2018). Ik ben van mening dat digitale landbouw de meest effectieve terminologie is, omdat de nadruk ligt op de onderlinge verbinding van machines, digitale technologie en software, en big data-toepassingen die de landbouw veranderen. Digitale landbouw verwijst naar de complexe verzameling systemen, stuurprogramma's en implicaties van de opkomende digitale technologieën in de landbouw. Deze assemblage omvat het gebruik van computers en smartphones voor toegang tot en verzameling van informatie, het gebruik van satellietpositionerings- en beeldbewerkingssoftware voor beheer en analyse van boerderijen, het integreren van computers en sensoren in landbouwmachines, het verzamelen en analyseren van big data, evenals robots en machines leren om landbouwarbeid te vervangen, naast vele andere toepassingen.

Digitale landbouw verzamelt enorme hoeveelheden gegevens die interageren met de landbouwpraktijken van een bepaalde site, de overdracht van deze gegevens met serviceproviders, evenals besluitvorming op boerderijniveau en de bedrijven die bekend zijn met de informatie (Pivoto et al., 2018; Wolfert et al., 2017; Wolfert, Goense, & Sorensen, 2014).

Ontwikkelingen van digitale landbouw.

De opkomst van digitale landbouw is de afgelopen jaren begonnen de landbouwpraktijken te transformeren en het gezicht van het wereldwijde voedselsysteem te veranderen. In technische termen zijn digitale landbouwtechnologieën ontstaan in de jaren tachtig met de opkomst van precisielandbouwtechnologie en zijn sindsdien uitgegroeid tot toepassing op miljoenen hectares over de hele wereld (Mulla & Khosla, 2016). John Deere, de grootste TNC voor landbouwmachines, begon pas in 2001 te investeren in GPS en gegevensverzameling, maar Massey-Ferguson (een dochteronderneming van AGCO, de vierde grootste firma voor landbouwmachines) digitaliseert sinds 1982 veldgegevens (Mooney, 2018). In de jaren negentig groeide de acceptatie van precisielandbouwpraktijken snel, vooral in Canada en de VS, met behulp van satellietbeelden, realtime kinematische (RTK) 'auto-steer'-tractoren met GPS en vroege versies van toepassingen met variabele snelheid (VRA) en opbrengstmonitortechnologieën (Balafoutis et al., 2017; Griffin & Yeager, 2019).

De versnelde invoering van precisielandbouw in Noord-Amerika wordt toegeschreven aan een combinatie van factoren, waaronder: toenemende omvang van landbouwbedrijven, honger naar ondernemerschap en innovatie in agrovoeding, toegankelijkheid van leningen en financieringsmogelijkheden voor boeren, en de relatieve economische stabiliteit van grote industriële landbouwactiviteiten (Balafoutis et al., 2017; Mulla & Khosla, 2016). De introductie en evolutie van digitale landbouw is in de vroege jaren 2000 tot stilstand gekomen (McBratney, Whelan, Ancev, & Bouma, 2005; Mulla & Khosla, 2016). Maar in het afgelopen decennium groeide de acceptatie samen met de vooruitgang van robotica, de dalende kosten van sensortechnologie en rekenmogelijkheden voor het verzamelen en analyseren van enorme hoeveelheden gegevens, en de

invloed van digitale technologieën en big data in het voedselsysteem blijft toenemen (Balafoutis et al., 2017; Weersink et al., 2018).

Big Data.

Bij het begrip big data wordt duidelijk hoe ver de technologie eigenlijk is. Of het nu goed of slecht is, 'het tijdperk van Big Data is begonnen' (boyd & Crawford, 2012, p. 633). De hoeveelheid informatie in het tijdperk van big data is moeilijk te bevatten. Walmart produceert bijvoorbeeld elk uur 2,5 petabyte¹⁸ aan klantgegevens (Carolan, 2018b). Wereldwijd worden er elke dag 2,5 quintiljoen bytes aan gegevens geproduceerd en er werd de afgelopen jaren meer informatie gegenereerd dan in de hele voorafgaande menselijke geschiedenis (Chi et al., 2016; Marr, 2018). Big data is een integraal onderdeel van de ontwikkeling van digitale landbouwapparatuur. Eric Hansotia, de Senior Vice President van een van de grootste landbouwmachinebedrijven, spreekt over de datakracht van AGCO's IDEAL-maaidorser die in september 2017 werd gelanceerd: "Dit is het meest gecompliceerde product in de branche ... De hoeveelheid intelligentie op deze maaidorser is 5 miljoen regels code. De eerste space shuttle die omhoog ging, had een half miljoen regels code" (Hearden, 2018). Ondanks toenemende populariteit in publieke, private en academische verhandelingen, wordt de term 'big data' vaak gebruikt zonder een duidelijke definitie (boyd & Crawford, 2012; Bronson & Knezevic, 2016b; Carolan, 2016; Kitchin, 2013). Ten eerste kan 'data' worden begrepen als "alles wat op een semantisch en pragmatisch verantwoorde manier kan worden opgenomen in een relationele database" (Frické, 2015, p. 652). Gegevens worden gegenereerd of geconstrueerd en kunnen niet worden gescheiden van hun sociale context en constructen (Bronson & Knezevic, 2016a). Elk onderzoeksgebied verzamelt en bestudeert gegevens in een of andere vorm. Verschillende apparaten of instrumenten verzamelen gegevens en vervolgens worden gevestigde verklaringen of 'feiten' gebruikt om de informatie te interpreteren (boyd & Crawford, 2012; Frické, 2015). Gegevens kunnen geen enkelvoudig bewijs zijn; Wil data zinvol zijn, dan worden ze noodzakelijkerwijs gevormd door ingebedde epistemologische kaders en veronderstellingen, vaak in de vorm van statistische modellen (Frické, 2015). Big data deelt deze kenmerken, hoewel het verwijst naar een veel grotere schaal. Zoals de term suggereert, verwijst big data naar ongekeende accumulatie en beschikbaarheid van data, die de mogelijkheden van traditionele computerprocessen te boven gaan (Wolfert et al., 2017) (European Parlement, 2016).

1.3 Knowledge gap

Aan de hand van alle bovengenoemde technieken, die erg veelbelovend klinken, komt de vraag naar voren waarom niet alle boeren gebruik maken van deze bestaande kennis en technologie. Er zijn in de theorie meerdere verklaringen beschreven om deze vraag te beantwoorden, maar deze wijken naar mijn idee af van de praktijksituatie. De reden van een niet bredere toepassing van alle verschillende mogelijkheden, waardoor de landbouwsector betere resultaten behaalt op het gebied van milieu aspecten, verdere ontwikkeling op technologisch gebied of financiële voordelen te behalen door samenwerkingen of verbeterde toepassing.

1.4 Hoofd en deelvragen

De onderzoeksvraag van deze scriptie luidt als volgt:

“Waarom wordt precisielandbouw niet uitgebreider toegepast door Nederlandse akkerbouwers om bij te dragen aan duurzaam ondernemen?”

Om de bovengenoemde hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen gedefinieerd:

- Waarom wordt precisielandbouw niet breder toegepast?
- Welke praktische en individuele barrières zijn er voor implementatie van precisielandbouw?
- Wat moet er veranderen om precisielandbouw voor de akkerbouwboeren interessanter te maken om bij hun bedrijf toe te passen?
- Wat heeft precisielandbouw voor toegevoegde waarde voor duurzaam ondernemen?

1.5 Afbakening

Precisielandbouw is op vele gebieden ontwikkeld en de term precisielandbouw is vrij complex geworden en omvat vele technologieën. Het is altijd moeilijk om de grenzen te bepalen als de verschillende elementen van precisielandbouw. GPS of GNSS (Global Navigation Satellite System) zijn echter het kernelement dat deel lijkt uit te maken van alle individuele precisielandbouw technologieën (Pedersen & Lind, 2017). In dit onderzoek ligt de nadruk op de akkerbouwsector en daarom worden andere landbouwsystemen buiten beschouwing gelaten, hoewel er op deze gebieden ook precisielandbouwtechnieken worden toegepast.

Daarnaast zal het onderzoek zich expliciet richten op de adoptie van precisielandbouw in Nederland. Andere landen zijn uitgesloten van het onderzoek. Daarom worden voornamelijk Nederlandse gegevens en literatuur gebruikt. Gegevens uit andere landen zullen eventueel worden gebruikt als contextinformatie en voor vergelijking.

1.6 Doelstelling

Het uiteindelijke doel van dit onderzoek is om te bekijken wat de vooruitgang van de precisielandbouw voor invloed kan hebben op de bedrijfsvoering van de akkerbouw, zoals recente technologische ontwikkelingen. Het kan zijn dat boeren niet weten welke technologieën specifiek voor hun bedrijf waardevol kunnen zijn. Een verduidelijking hiervan kan ervoor dat de precisielandbouw in Nederland zich blijft ontwikkelen, verbeteren en breder wordt toegepast.

2. Materiaal en methode

Field research

Aan de hand van het desk research, zal met behulp van gevonden verzamelde informatie gericht vragen geformuleerd worden om tijdens een field-onderzoek in de vorm van diepte-interviews boeren uit de omgeving te ondervragen. Met deze kwalitatieve data zullen de bevindingen van het literatuuronderzoek kunnen worden aangevuld om te kijken op welke aspecten de praktijk verschilt van de theoretische/literaire situatie.

Door middel van deze diepte interviews, kan goed worden uitgezocht wat deze boeren wel of niet beweegt tot het implementeren en toepassen van de beschikbare precisielandbouwtechnologie. Met behulp van deze persoonlijke, diepere vorm van interviewen kan veel betrouwbare data verzameld worden waardoor een goede stap gezet kan worden naar het beantwoorden van de onderzoeksvraag. De vorm van onderzoek die wordt toegepast is kwalitatief onderzoek.

Data analyse

Op het moment dat de diepte-interviews zijn afgenomen kan de data geanalyseerd en gestructureerd worden. Er zullen maximaal tien interviews worden afgenomen, bij bedrijven in de omgeving, zowel akkerbouw-, vee-, tuinlandbouw- en melkvee bedrijven. De overeenkomsten, bevindingen van meerdere interviews zullen ter sprake gekomen. Deze overeenkomsten kan vervolgens specifieker bekeken worden vanuit de literatuur, omdat er dan een duidelijker en betrouwbaarder onderzoeksgebied gevormd is, door de afbakening vanuit het praktijkonderzoek.

Validiteit en betrouwbaarheid

Om de validiteit te waarborgen zullen de diepte-interviews op eenzelfde worden afgenomen. Omdat bij een interview de antwoorden op de vragen open zijn, en aan de hand van deze antwoorden het gesprek een vervolg krijgt, is het belangrijk de interviews zo goed mogelijk bij te sturen om conclusies te trekken. Met honderd verschillende losse opmerkingen kan niets worden bewezen, maar als er tien keer door verschillende boeren iets wordt benoemd, is er sprake van betrouwbare resultaten. Er zal dan ook een duidelijke structuur in het interview gehanteerd worden, welke regelmatig bijgestuurd door het stellen van nieuwe vragen. De balans vinden tussen het dieper doorvragen naar een onderwerp en het binnen een bepaalde bandbreedte blijven, zal lastig zijn maar erg belangrijk. Hier moet voldoende aandacht en voorbereiding aan besteed worden.

Bij de deskresearch is het belangrijk geen conclusies te trekken op basis van één bron. Daarom zal gebruikt worden gemaakt van verschillende bronnen, brontypen, oog- of standpunten en verschillende belangen of schakels in de keten. In het beste scenario vullen de literatuur en praktijk bevindingen elkaar aan, wat de waarde van de data en resultaten van het onderzoek verhoogt.

Uitwerking hoofd- en deelvragen

Nadat de resultaten van het desk en fieldresearch zijn geanalyseerd, zal ik de hoofdvraag beantwoorden en proberen met enkele aanpassingen, adviezen, hulpmiddelen of wat voor vorm dan ook, een oplossing proberen te vinden om van de huidige situatie naar de gewenste situatie gekomen kan worden. Het doel van mijn onderzoek is enerzijds zelf meer te weten te komen over het onderwerp, wat zeker zal lukken, en daarnaast zou het mooi zijn als ik een ander op weg kan helpen naar een gemakkelijker, efficiëntere, milieuvriendelijkere manier van ondernemen.

Hieronder staat nogmaals kort samengevat hoe het onderzoek is opgebouwd, gekoppeld aan de hoofd- en deelvragen:

Deelvragen worden beantwoord door middel van de resultaten van diepte-interviews

- Waarom wordt precisielandbouw niet breder toegepast?
- Welke praktische en individuele barrières zijn er voor implementatie van precisielandbouw?

Deze eerste twee deelvragen zullen bekeken worden vanuit de literatuur, en vervolgens in de diepte interviews behandeld worden om te onderzoeken wat de boeren tegenhoudt in het uitbreiden en meer toepassen en implementeren van precisielandbouw. Als deze vraag beantwoord kan worden, kan vervolgens ook bekeken worden wat er zou moeten gebeuren om de barrières van de boeren weg te nemen, omdat uiteindelijk het milieu erbij is gebaat dat er meer gebruik wordt gemaakt van precisielandbouw, aangezien dit bijdraagt aan duurzaam ondernemen.

- Wat moet er veranderen om precisielandbouw voor de akkerbouwboeren interessanter te maken om bij hun bedrijf toe te passen?

Mogelijk kan de overheid een rol spelen in het versnellen van het toepassen van de nieuwe technieken, als de boeren bijvoorbeeld aangeven dat de investeringskosten te hoog zijn.

- Wat heeft precisielandbouw voor toegevoegde waarde voor duurzaam ondernemen?

Deze vraag zal vanuit de literatuur worden beantwoord. Precisielandbouw is een onderwerp wat nog niet heel lang efficiënt kan worden toegepast, dus de resultaten op lange termijn zijn nog niet bekend, maar er zijn wel onderzoeken gedaan naar de directe effecten van precisielandbouw op het gebied van duurzaamheid, grondvervuiling, waterverspilling et cetera.

Het combineren van bevindingen vanuit de literatuur en de praktijk, waaruit een conclusie tot stand komt over hoe de situatie verbeterd kan worden, en antwoord geeft op de onderzoeksvraag:

“Waarom wordt precisielandbouw niet uitgebreider toegepast door Nederlandse akkerbouwers om bij te dragen aan duurzaam ondernemen?”

Zoekplan

Er werd een onderzoek uitgevoerd om een idee te krijgen van hoe gedrag de toepassing van precisielandbouwtechnieken in de sector beïnvloedt. Het onderzoek bestaat voor een deel uit literatuuronderzoek en voor een deel uit kwalitatief onderzoek in het veld.

Het onderzoek

Ten eerste is door middel van literatuuronderzoek een richting gevonden wat de huidige stand van zaken is met betrekking tot de toepassing van precisielandbouw. Ook de verschillende innovaties die op dit moment beschikbaar zijn en de theorie over de barrières die bij mensen speelt bij het toepassen van veranderingen. Dit om meer inzicht te krijgen in welke aspecten van invloed zijn op het gedrag en de acceptatie. Toen hier een beeld over geschetst kon worden, is er een interview opgesteld met specifieke vragen die vanuit dit theoretische onderzoek naar voren zijn gekomen, en nader onderzoek in de praktijk vereisten. Er is gekozen om onderzoek te doen bij bedrijven in de omgeving van de Veenkoloniën, waar precisielandbouwtechnieken op meerdere bedrijven en percelen kunnen worden toegepast. Het primaire inkomen van de akkerbouwer is afkomstig van zijn gewassen, en bij gemengde bedrijven komt er ook een deel van het inkomen uit de veehouderijtak.'

Interviews

Er zijn interviews afgenomen om antwoord te krijgen op de onderzoeksvraag en de deelvragen. De interviews zijn afgenomen bij boeren in de omgeving van de Veenkoloniën. Bij het interviewen van deze boeren ontstond er naast de beantwoording van de vragen die opgesteld waren in het format van het interview, ook een gesprek waaruit veel kwalitatieve antwoorden zijn verkregen, die een bijdrage hebben geleverd aan het beantwoorden van de onderzoeksvragen. Het format van het interview is opgenomen in bijlage 1.

Analyse van de gegevens

De interviews hebben de data opgeleverd waarmee de deelvragen en de onderzoeksvraag is beantwoord. Tijdens de interviews zijn er aantekeningen gemaakt van belangrijke informatie die er is verzameld, maar ook zijn de interviews opgenomen zodat deze naderhand beter geanalyseerd konden worden. Na elk interview zijn de belangrijkste resultaten voor de verschillende deelvragen alvast georganiseerd en bij de desbetreffende deelvraag beschreven zodat naderhand met de verschillende antwoorden, passend bij de deelvragen, een definitief antwoord beschreven kon worden.

Het stappenplan van de analyse zag er dus als volgt uit:

1. Aantekeningen maken tijdens interviews, en de interviews zijn opgenomen.
2. Na het interview en het analyseren van de geluidsfragmenten zijn er bij elke deelvraag de relevante antwoorden opgesomd
3. Met deze verschillende antwoorden is een definitieve beantwoording van de deelvragen en hoofdvraag tot stand gekomen, die bij de resultaten zijn beschreven.

3. Resultaten

De uiteindelijke resultaten die door middel van de interviews zijn verkregen, worden in dit deel van de scriptie beschreven. Er is gebruik gemaakt van kwalitatief praktijkonderzoek door middel van de interviews.

Kwalitatief onderzoek

Volgens Philipsen & Vernooy-Dassen (2004) is een kwalitatief onderzoek geschikt om de aard en context van verschijnselen te bestuderen. Volgens Hak (2004) is de observatie in kwalitatief onderzoek open en flexibel, zowel wat betreft de observatiemethode, de manier waarop deze wordt toegepast als de aantallen en soorten eenheden waarop deze methoden worden toegepast. Volgens Evers (2015) zijn er verschillende kenmerken van een kwalitatief onderzoek. Zij onderscheidt de volgende:

- Directe waarneming in de natuurlijke situatie
- De onderzoeker is nadrukkelijk aanwezig in de dataverzameling
- De inductieve aanpak heeft meestal de overhand
- Het perspectief van de respondenten staat centraal
- Holistische of contextuele benadering
- Onderzoeksresultaten vaak in verhalende vorm

De methode van kwalitatief onderzoek is toegepast om met behulp van de gegevens uit de interviews bruikbare informatie te verzamelen om antwoord te kunnen geven op de deelvragen.

Analyse van de interviews

In dit hoofdstuk worden de verschillende deelvragen geanalyseerd op basis van de interviews. De interviewvragenlijst is bedoeld om de verschillende deelvragen te beantwoorden. In totaal zijn er acht interviews afgenomen.

De antwoorden op de vragen uit het interview zijn geanalyseerd en per deelvraag uitgewerkt. De eerste twee deelvragen zijn samengevoegd, omdat er veel overlapping is in deze twee deelvragen.

Deelvraag 1 en 2:

- Waarom wordt precisielandbouw niet breder toegepast?
- Welke praktische en individuele barrières zijn er voor implementatie van precisielandbouw?

Uit de interviews komt sterk naar voren dat er naast de precisielandbouw die de verschillende boeren al toepassen, er weinig behoefte is naar het implementeren van andere precisielandbouwtechnieken. Dit kan komen door de eerder gevonden theorie over de menselijke reactie op vernieuwingen, maar ook komt naar voren dat de verhouding van de directe investeringskosten en de opbrengsten op korte termijn een belangrijke barrière is. Er is geen duidelijk onderzoek gedaan naar de terugverdientijd van de technieken. "De grootste motivatie voor ons om te beginnen met precisielandbouw is wanneer het verdienmodel duidelijk is, wat op dit moment niet het geval is.

Zo zegt een van de geïnterviewden: "Precisielandbouw is interessant, maar de kosten zijn het minder leuke deel hiervan. Precisielandbouw moet interessanter worden voor boeren, door bijvoorbeeld subsidies vanuit de overheid. Uiteindelijk levert het ook iets op aan het verduurzamen van de industrie en het werken naar het behalen van de klimaatdoelen."

Ook wordt aangegeven dat veel boeren de toegevoegde waarde van precisielandbouwtechnieken niet direct zien, het "runnen van het bedrijf" gaat op dit moment toch ook prima? Waarom zou er daar iets aan veranderd moeten worden als het niet direct noodzakelijk is? Dit zijn enkele vragen die vanuit de boeren naar voren komen op de vraag waarom de boer geen andere precisielandbouwtechnieken toepast. Het toepassen van nieuwe technieken wordt als een grote kostenpost gezien. De vraag moet dus worden gecreëerd door de werking van precisielandbouw te laten zien en de toegevoegde waarde aan te tonen, zowel in lagere kosten, gebruiksgemak als kwaliteitsverhoging.

Uit de interviews kwamen verschillende belemmerende factoren naar voren, zoals kennis, vraag vanuit de sector, prijs en toegevoegde waarde, het creëren van toekomstgerichtheid en draagvlak in de samenleving. Veruit het belangrijkste probleem zijn de kosten van de technieken. De nieuwe ontwikkelingen zijn namelijk fascinerend, maar de prijzen die hiermee gepaard gaan zorgen ervoor dat de boeren bang en terughoudend zijn hiermee. Als er een goede en duidelijke verdienmethode bekend wordt op de systemen zal er bredere toepassing plaatsvinden.

Een belangrijke factor die vaak naar voren komt is de kennis over de precisielandbouwsystemen. Er wordt aangegeven dat de kennis vaak nog te weinig of ontbreekt. De kennis en begeleiding ontbreekt op dit moment nog. De kennis op het gebied van wat de toegevoegde waarde van de systemen is en wat het kost. Om dit aan te vullen is begeleiding of subsidiering nodig, die ook ontbreekt. Motivatie is een belangrijke factor die het genoemde gedrag van de boeren beïnvloedt. Het motiveert mij om het te gebruiken omdat het toekomstgericht is. Over 5 tot 10 jaar is er geen ontkomen aan precisielandbouw, mede door de wetgeving en de consument, die eisen stelt aan de manier waarop hun producten worden geteeld.

Uit de interviews bleek ook dat de overheid een factor is die het gedrag beïnvloedt. Volgens de boeren kan de overheid het gebruik van precisielandbouw stimuleren door bijvoorbeeld subsidies op de systemen. Zo werd bijvoorbeeld ook door boeren gezegd dat de precisielandbouw nog steeds wordt tegengehouden door regelgeving op bepaalde gebieden.

Precisielandbouw heeft invloed op de natuur, het milieu en de agrarische sector. Deze drie worden in evenwicht gebracht door de toepassing van precisielandbouw. Er is ook respect en begrip voor elkaar omdat de boer met precisielandbouw zijn producten zo duurzaam mogelijk verbouwt en dit aan de consument kan laten zien.

Hoe ziet de sector de nieuwe precisielandbouwtechnieken?

De geïnterviewden hebben allemaal hun eigen redenering over het begrip precisielandbouw. Efficiënter werken met precisielandbouwsmachines is wat elke boer aangeeft. Alle geïnterviewde gebruiken GPS-systemen, die deel uitmaken van precisielandbouw. Dit wordt vooral gebruikt voor rechtdoor rijden en voor sectiecontrole op bijvoorbeeld de spuit. "Precisielandbouw is het bewerken van het land met zo weinig mogelijk inspanning. Dus, bijvoorbeeld, bij het voorbereiden van het land voor het zaaien, in staat zijn om werkgangen over te slaan. Maar ook een betere verbinding tussen de werkgangen, met zo min mogelijk overlap. Ook de bodemkwaliteit is voor mij erg belangrijk, vandaar een relatief kleine tractor op grote banden ". "Precisielandbouw is het voorkomen van overlappingsen, het rechtdoor rijden en het sluiten van de sectie. Ook ontlasten ze de bestuurder van

het werk, zodat hij langer kan meegaan en fit blijft. Je kunt ook de maximale breedte gebruiken en op alle plaatsen in het veld met precisielandbouw beginnen".

Precisielandbouw is een hulpmiddel voor de medewerker om zijn taken beter uit te voeren met zo min mogelijk inspanning om de chauffeur van zijn werk te ontlasten. Met precisielandbouw kan met minder middelen hetzelfde of meer rendement te behalen door efficiënter te werken.

"Precisielandbouw laat mensen en machines efficiënter werken met als doel de kosten te verlagen, de productie en de opbrengst te verhogen". "Precisielandbouw is weten wat je doet door je output te meten en daarop te baseren. Niet langer de traditionele landbouw, maar het baseren van je keuzes op gegevens en feiten". Ze geven aan dat precisielandbouw niet alleen een hulpmiddel is, maar ook een manier van werken en dat er verschillende functies van precisielandbouw zijn, zoals het in kaart brengen van de verschillen op de percelen en de gegevensverwerking. Geef op basis hiervan bijvoorbeeld advies voor bemesting. Vooral het gebruik van GPS-systemen voor rechtdoor rijden zijn praktisch overal geïmplementeerd. Uit de interviews bleek ook dat er nog niet veel of onvoldoende kennis is over de verschillende precisielandbouwsystemen. Ook gaven ze aan dat ze zich nog niet hebben verdiept in de nieuwe technieken, aangezien de populariteit niet erg hoog is vanwege onder andere de hoge kosten. "Wat we weten over de kennis en functie van de verschillende technieken zijn is beperkt. Het blijft vaak bij weten dat het er is, maar de exacte uitkomsten, werking, opbrengsten, voordelen et cetera ontbreken. Boeren gebruiken het meestal voor zichzelf om gemakkelijker en sneller te werken en betere kwaliteit te leveren. Verder is gebleken dat akkerbouwers de prijzen voor de systemen nog steeds aan de hoge kant vinden, ook omdat de klant er nog niet voor wil betalen. Wanneer er een duidelijke verdienmethode achter de systemen zit, zijn boeren waarschijnlijk eerder bereid om te investeren. Daarnaast zien de bedrijven zowel voor- als nadelen in de systemen. Zo worden voordelen genoemd als gemoedsrust voor de chauffeur, het sneller kunnen werken, het waarborgen van de kwaliteit van het werk, hogere opbrengsten, het verbeteren van de bodemstructuur, efficiënter werken en het creëren van meer draagvlak in de samenleving.

Nadelen die worden genoemd zijn de hoge investeringskosten voor de systemen, een nog te onduidelijke manier van verdienen, de boer is nog niet klaar, de moeilijkheid van de systemen (complex) en te veel nutteloze gegevens. "Veel gegevens die nog niet kunnen worden omgezet in bruikbare gegevens die wel kunnen worden gebruikt om er voordeel uit te halen". Veel boeren zien veel mogelijkheden voor precisielandbouw in de toekomst. Zo is er sprake van meer automatisering, een grote toekomst op het gebied van taakkaarten en sensoren om plaats specifieke mineralen toe te passen. Misschien zelfs zover dat boeren beschikken over volledig autonome machines, die het werk volledig zullen overnemen. "In de toekomst zullen er autonome voertuigen komen." "Over 10 jaar wordt precisielandbouw een basis in de agrarische sector, ook voor veehouders, akkerbouwers en biologische boeren. Ook de wetgeving zal zich aanpassen aan de nieuwe technologie en de regelgeving zal hierop worden aangepast.

Welke bijdrage leveren de technieken volgens de boeren?

Volgens de geïnterviewden leveren de technieken verschillende bijdragen op, zoals bijvoorbeeld meer rust voor de chauffeur, efficiënter werken, verbetering van de kwaliteit, verbetering van de bodemstructuur en meer. De grond kan met precisielandbouw met minder inspanning worden bewerkt. Ook kunnen werkpassages worden overgeslagen en zijn de werkpassages beter met elkaar verbonden. Met behulp van Drones kun je dingen opsporen in het gewas zoals onkruiden, maar bijvoorbeeld ook nestjes van weidevogels, konijnen of ander wild voordat er geoogst wordt. Ook wordt er gezegd dat precisielandbouw mensen en machines efficiënter laat werken, met als doel de kosten te verlagen en de productie en opbrengst te verhogen. Ook de kwaliteit van het spuiten en bemesten met precisielandbouw kan verbeteren en zich meer richten op de dosering en de hoeveelheden. En het nut en gemak van de systemen is volgens de geïnterviewden vooral de rust voor de chauffeur, de vermoeidheid is minder met behulp van GPS. Dit verbetert de kwaliteit van het geleverde werk. De kwaliteit kan ook worden verbeterd door middel van een NIR-sensor en een taakkaart, waarmee met minder middelen dezelfde of meer opbrengst kan worden bereikt, wat uiteindelijk resulteert in een verbetering van de bodemstructuur. Precisielandbouw kan met minder middelen hetzelfde of een hogere opbrengst behalen. Dit leidt tot een kostenreductie en een optimalisatie van de opbrengst van het land en het vee. Het nut en gemak van de systemen is het ontlasten van de bestuurder van het werk, het waarborgen van kwaliteit, een hogere opbrengst van de percelen en een verbetering van de bodemstructuur. Het is ook mogelijk om exact te bepalen wanneer de beste oogsttijd is door metingen te doen met de nieuwe technieken. Het nut en gemak van de systemen is dat het personeel minder vermoeid raakt en netter werkt, bijvoorbeeld met minder overlap bij het zaaien. Ook zijn zij van mening dat de systemen efficiënter kunnen worden ingezet, waardoor een kostenreductie kan worden bereikt.

Door middel van precisielandbouw kan een hogere, aantoonbare opbrengst worden behaald. Met de gegevens die ze met de technieken verzamelen, kunnen ze de boer een goed advies geven. De systemen maken het makkelijker voor de chauffeur en verbeteren de kwaliteit van het werk enigszins. Precisielandbouwsystemen op het gebied van akkerbouw zoals aardappelen kunnen de kwaliteit zeker verbeteren. Op het gebied van gras en maïs kan volgens hen iets gedaan worden met de bemesting. De voordelen van de systemen zijn gedifferentieerd en leveren een beter kwaliteitsproduct op.

De kwaliteit van het eindproduct kan worden verbeterd door ziekten in een vroeg stadium te detecteren. Plaats specifiek kunnen deze ziekten worden bestreden om de kwaliteit en opbrengst van het product zo hoog mogelijk te houden en tegelijkertijd kosten te besparen. Ook kunnen de mineralen met precisie-landbouw optimaal worden gebruikt om de best mogelijke opbrengst en kwaliteit te bereiken. Ook de bodem wordt volgens de geïnterviewden verbeterd.

4. Discussie

In dit onderzoek werd onderzocht hoe gedrag de toepassing van precisielandbouwtechnieken in de sector beïnvloedt. Om dit goed te kunnen onderzoeken is voorafgaand aan de kwalitatieve studie eerst de literatuur gecontroleerd.

Discussie theorie

In het literatuuronderzoek is gekeken naar welke soorten innovaties er zijn en hoe men met de verschillende innovaties omgaat. Er is vanuit de literatuur gekeken naar wat de actuele ontwikkelingen zijn van de beschikbare mogelijkheden van precisielandbouw. De technieken zijn verdeeld in vier soorten technieken: Positie en navigatie, reactieve acties, (tele)detectie en gegevensverwerking. Uit het onderzoek is gebleken dat alle geïnterviewden gebruik maken van positie- en navigatietechnieken in de vorm van GPS-systemen. Daarnaast werken enkele boeren met reactieve acties in de vorm van taakkaarten. Het merendeel van de ondervraagde boeren gebruikt dus slechts een klein deel van de beschikbare technologieën. Het literatuuronderzoek heeft het Poiesz Triad-model aan het licht gebracht. Dit model interpreteert gedrag en gedragsveranderingen op basis van drie factoren: Motivatie, Capaciteit en Kans, die zijn onderverdeeld in intrinsieke en extrinsieke factoren. Wanneer één van deze factoren ontbreekt, zal er geen gedragsverandering plaatsvinden. Het kwalitatieve onderzoek toonde aan dat één of meer van de drie factoren vaak ontbreken bij de geïnterviewde bedrijven. Het Vijfstappenmodel bestaat uit vijf fasen, geeft aan in hoeverre een innovatie in de markt zit. Kijkend naar de resultaten van het onderzoek bevinden gps-zich in de bevestigingsfase, wat betekent dat de innovatie is geaccepteerd. Volgens het onderzoek is een meerderheid van de contracterende bedrijven nog niet overtuigd van de waarde van de andere technologieën. Zij zien de toegevoegde waarde nog niet in en willen er ook nog niet voor betalen. Dit is fase twee van het Vijf Fases model. De acceptatie van een technologische innovatie, het Technology Acceptance Model (TAM), beschrijft dat er eerst een bepaalde houding moet zijn voordat het product wordt geaccepteerd en daadwerkelijk wordt gebruikt. Het onderzoek heeft aangetoond dat het gepercipieerde gemak en nut niet altijd positief is. Er wordt aangegeven dat de kennis nog vaak ontbreekt en dat de technieken in de ogen van de aanbestedende bedrijven omslachtig en moeilijk te bedienen zijn. Dit kan ervoor zorgen dat technologische innovaties nog niet worden geaccepteerd.

Discussie in combinatie met het onderzoek

Het kwalitatieve onderzoek is uitgevoerd onder acht bedrijven die actief zijn in de akkerbouwsector. Er is bewust gekozen voor een interview om de betrouwbaarheid van de resultaten te garanderen. Tijdens een interview kan de interviewer vragen blijven stellen over een bepaald onderwerp om zo de juiste antwoorden te krijgen. Na de interviews zijn de antwoorden geanalyseerd. De geanalyseerde antwoorden zijn verdeeld over de vier deelvragen waarop ze zijn beantwoord.

Uit de eerste deelvraag blijkt dat er geen noodzakelijke extra vraag is naar implementatie van nieuwe precisielandbouwtechnieken. Zonder twijfel zullen de bedrijven deze technieken niet gebruiken. Ook geven de bedrijven aan dat de toegevoegde waarde van de investering nog niet duidelijk is. De antwoorden op deelvraag twee geven verschillende factoren aan die het gedrag beïnvloeden.

Deze factoren zijn vooral kennis, vraag vanuit de sector, de prijs en de toegevoegde waarde van de systemen, het creëren van toekomstgerichtheid en draagvlak in de samenleving. De twee meest genoemde factoren zijn de kosten van de systemen en de klantvraag. Deze twee factoren

verhinderen het gebruik van precisielandbouwsystemen op het bedrijf. Elke boer heeft een andere definitie van precisielandbouw, maar met overeenkomstige kenmerken. Zoals efficiënter werken met precisielandbouwsystemen. Dit heeft vooral betrekking op de GPS-systemen. Een groot deel van de ondervraagde boeren aarzelt nog om andere, nieuwe precisielandbouwtechnieken aan te schaffen. Zij denken dat de systemen in de toekomst zeker een meerwaarde zullen bieden, maar willen of willen nu niet investeren, mede door de onzekere terugverdientijd.

Deelvraag vier geven de boeren aan dat de precisielandbouw verschillende bijdragen levert. De drie meest genoemde zijn efficiënter werken, de chauffeur kan zich beter concentreren op het werk en de kwaliteit verbeteren. Daarnaast worden opbrengstverhogingen en kostenreducties genoemd als een belangrijke bijdrage van de precisielandbouw.

Uit de acht verschillende interviews blijkt dat sommige boeren voorop lopen in de precisielandbouw. In vergelijking met de andere geïnterviewde boeren investeren zij meer in precisielandbouwtechnieken. Ze geven aan dat je rekening moet houden met de wensen van de maatschappij en dat je dit kunt doen door middel van precisielandbouw. Ze geven ook aan dat als je wacht tot alles is uitgezocht, je als akkerbouwbedrijf achterloopt. Dit verschilt van de visie van de andere geïnterviewde boeren, die nog steeds voorzichtig zijn met het investeren in precisielandbouwtechnieken, omdat ze eerst meer duidelijkheid willen over de verdienstenmethode achter de systemen. Tijdens de interviews heeft de onderzoeker meegeschreven en zijn de gesprekken opgenomen. Na elk interview is een eerste opzet van het gesprek gemaakt. Deze eerste ontwerpen zijn later verder verwerkt en de antwoorden zijn gerubriceerd per deelvraag. Op basis hiervan zijn de antwoorden op de deelvragen gevonden, waarna de hoofdvraag uiteindelijk kon worden beantwoord.

Toch zijn uit andere onderzoeken gebleken dat investeren niet zo duur hoeft te zijn. Zo is uit een onderzoek van Kempenaar et al (2018) dat de kosten van sensorgegevens zijngedeeld over verschillende VRA's en geen extra investeringen vereisen. Testresultaten op de boerderij in de CBA werden verkregen met modern maar toch standaard sproeiers en strooiers die de snelheid gelijkmatig over de hele breedte van de spuitboom verdeelt. Er kan worden gesteld dat economische waardering van belangrijke milieueffecten zoals verlies van biodiversiteit en vervuiling van natuurlijke hulpbronnen niet nodig is. Het is echter duidelijk dat onze samenleving de immateriële waarden en gemeenschappelijke hulpbronnen beter moet beschermen en tegelijkertijd economische waarde blijven creëren. Mensen zijn zeer bekend met het maken van afwegingen en economische waarde speelt een rol, zij het vaak op een onderbewust niveau. Het probleem is dat de boeren niet direct meer geld krijgen voor hun beter verbouwde gewassen (Van Evert, 2017).

Er komen wel nieuwe apps die voor boeren zinvol kunnen zijn, zoals Akkerweb. Akkerweb (www.akkerweb.eu) is een webgebaseerd platform met de volgende functies. Het biedt toegang tot externe gegevensbronnen zoals weer, perceelgrenzen, satelliet en boerderij managementgegevens in commerciële informatiesystemen voor bedrijfsbeheer. Het slaat gegevens met georeferentie op, waaronder bodemkaarten en dronebeelden. Hiermee kunnen gegevensbronnen worden gecombineerd en gegevens worden verwerkt via modules ("apps") die niet anders zijn dan de apps op een smartphone. Het genereert voorschriftkaarten en andere aanbevelingen. Receptkaarten kunnen worden gedownload naar tractorterminals en gebruikt om de aanbeveling uit te voeren. Ten slotte kan er voor het gebruik van apps een vergoeding worden gevraagd, d.w.z. commercieel gebruik van het platform is mogelijk. Hiermee kan het voor boeren overzichtelijker worden (Van Evert, 2018).

5. Conclusie en aanbevelingen

Het doel van dit onderzoek is te onderzoeken hoe een innovatie volledig kan worden overgenomen door de boeren. De innovaties zijn in dit geval precisielandbouwtechnieken. Met dit onderzoek is de huidige stand van zaken in kaart gebracht, welke barrières nog kunnen worden opgelost en welke kennis nog ontbreekt, zodat men weet wat er nog moet gebeuren voordat de precisielandbouwtechnieken volledig door de boeren worden overgenomen.

Conclusie

In dit afstudeeronderzoek zijn een aantal onderzoeksvragen behandeld. De hoofdvraag is als volgt geformuleerd:

“Waarom wordt precisielandbouw niet uitgebreider toegepast door Nederlandse akkerbouwers om bij te dragen aan duurzaam ondernemen?”

Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn een aantal deelvragen opgesteld. De volgende deelvragen zijn tijdens dit onderzoek behandeld:

1. Waarom wordt precisielandbouw niet breder toegepast?
2. Welke praktische en individuele barrières zijn er voor implementatie van precisielandbouw?
3. Wat moet er veranderen om precisielandbouw voor de akkerbouwboeren interessanter te maken om bij hun bedrijf toe te passen?
4. Wat heeft precisielandbouw voor toegevoegde waarde voor duurzaam ondernemen?

Waarom wordt precisielandbouw niet breder toegepast?

Uit de interviews is gebleken dat er geen aanbod zal ontstaan zonder vraag naar precisielandbouwtechnieken. Er zal dus vraag moeten worden gecreëerd. Uit het onderzoek bleek ook dat het meer onder de aandacht van de boeren brengen van het product een belangrijke factor is. Deze vraag rijst ook pas als er een duidelijke meerwaarde is voor precisielandbouwtechnieken. Een duidelijk verdienmodel voor de investering is daarom een belangrijk aspect voor de acceptatie van precisielandbouw. Precisielandbouw wordt ook alleen geaccepteerd als er voldoende kennis is over de producten en de toegevoegde waarde bekend is.

Welke praktische en individuele barrières zijn er voor implementatie van precisielandbouw?

Verschillende factoren die het gedrag beïnvloeden werden besproken in de discussies met de acht bedrijven. De factoren die volgens de discussies het meest van invloed zijn, zijn de kosten van de precisielandbouwsystemen.

Daarnaast bleek uit de discussies dat precisielandbouw toekomstgericht is en dat met precisielandbouw draagvlak in de maatschappij kan worden gecreëerd. Een andere extrinsieke factor is dat de mechanisatiebedrijven zich vaak niet specialiseren in precisielandbouwsystemen, wat kan betekenen dat zij deze minder snel zullen aanbieden omdat ook hier kennis en begeleiding naar de klant ontbreekt. Ook is de overheid een belangrijke factor die het gedrag beïnvloedt. Daarnaast stellen consumenten steeds hogere eisen aan hun producten. Deze moeten duurzamer zijn ten opzichte van de natuur en het milieu.

Wat moet er veranderen om precisielandbouw voor de akkerbouwboeren interessanter te maken om bij hun bedrijf toe te passen?

Na de interviews met de bedrijven bleek dat ze allemaal positief staan tegenover precisielandbouw. Zo geven zij aan dat zij efficiënter kunnen werken met precisielandbouw en dat de kwaliteit van het te leveren werk kan worden verbeterd. Echter, slechts een klein deel van de beschikbare technieken wordt door het merendeel van de ondervraagden gebruikt. De nieuwe technieken worden vaak als moeilijk en ingewikkeld beschouwd. Het geeft ook aan dat de klanten nog niet klaar zijn. De antwoorden zijn echter vaak positief. Zo wordt aangegeven dat er met de precisielandbouw minder middelen nodig zijn om hetzelfde of een beter resultaat te bereiken. Ze zien veel mogelijkheden voor precisielandbouw in de toekomst.

Wat heeft precisielandbouw voor toegevoegde waarde voor duurzaam ondernemen?

Volgens de geïnterviewde boeren voegen de technieken veel toe aan het werk dat ze doen. Ze spreken over rust voor de chauffeur en een verbetering van de kwaliteit van het werk. Door middel van de systemen kunnen verschillen op percelen worden aangetoond en kan men hierop reageren. Volgens de boeren maakt de precisielandbouw het ook mogelijk om efficiënter met mensen en machines te werken, met als doel de kosten te verlagen en de productie en opbrengst te verhogen. Precisielandbouw is over het algemeen een gemak voor de boer. Zij weten wat er op hun land gebeurt en hoe ze optimaal gebruik kunnen maken van de input.

De vier deelvragen geven gedeeltelijk antwoord op de hoofdvraag. Uit het onderzoek is gebleken dat de toepassing van precisielandbouwtechnieken wordt beïnvloed door het gedrag van de boer ten opzichte van deze technieken. Er wordt aangegeven dat de technieken een grote toekomst hebben, maar op dit moment worden de technieken nog minimaal gebruikt. Dit komt omdat de boeren vaak voorzichtig zijn met investeren, mede omdat de toegevoegde waarde voor de bedrijven nog niet helemaal duidelijk is. Uit het onderzoek is gebleken dat kennis en draagvlak vaak minimaal is en dat er geen tijd is of beschikbaar wordt gesteld om zich hierin te verdiepen.

Aanbevelingen

De conclusie van het onderzoek is dat het soort gedrag ten opzichte van een precisielandbouwtechniek bepaalt of het wordt overgenomen en dat gedragsverandering noodzakelijk is voordat de precisielandbouwtechnieken volledig worden overgenomen in de sector. Toch wordt aanbevolen om zich meer te richten op precisielandbouwtechnieken. Door als overheid te subsidiëren en te investeren in precisielandbouwsystemen en deze in te zetten, worden de technieken onder de aandacht gebracht van de boeren. Zo kan bijvoorbeeld worden aangetoond wat de toegevoegde waarde van de systemen is, wat kan leiden tot een gedragsverandering bij de boeren, met als gevolg meer belangstelling voor de technieken.

Een tweede aanbeveling is om een duidelijk onderzoek te doen naar het verdienmodel achter de technieken. Dit kan ervoor zorgen dat de boeren zich meer gaan verdiepen in de technieken en er vervolgens in gaan investeren. Uit het onderzoek is gebleken dat aanbestedende bedrijven de investering aan de hoge kant vinden, mede omdat het onduidelijk is wat de systemen gaan opleveren. Het is daarom van belang om meer praktijkgericht onderzoek te doen, waarbij de werkelijke resultaten vergelijkbaar zijn met de werkelijkheid. Dit zou een vervolgonderzoek kunnen zijn.

Een derde aanbeveling is voor producenten van precisielandbouwtechnieken. Door het geven van demonstraties en informatie aan boeren wordt de kennis verbreed en zien boeren hoe de technieken in de praktijk werken. Dit kan leiden tot een positieve houding ten opzichte van de technieken, waardoor ze meer gemotiveerd zijn om ze te gebruiken

6. Bibliografie

- Annemarte van Kruchten. (2015). *Kunst van kiezen*. Utrecht : Annemarte van Kruchten.
CBS. Opgehaald van Bedrijfsopvolger op landbouwbedrijven:
<https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/47/op-meeste-boerderijen-geen-bedrijfsopvolger>
- Akkermagazine (september 2013). 'De komende jaren begint precisielandbouw pas echt'.
Geraadpleegd op 22 juni 2020, van <http://edepot.wur.nl/276928>
- Boerenbusiness.nl (2018). Precisielandbouw: kans voor natuurinclusief? Geraadpleegd op
4 juli 2020, van
http://www.boerenbusiness.nl/tech_apps/artikel/10877505/precisielandbouw-kans-voor-natuurinclusief
- Bogaerts S., Poiesz T. (2007) Het Triade-model. Gedragsverandering bij seksuele delinquenten.
Maatwerk, 2007 (februari 2007) 08:57–59 DOI 10.1007/BF03070782
- Esther Wittenberg. *De boer die nog een opvolger vindt*. Opgehaald van NRC:
<https://www.nrc.nl/nieuws/2016/03/08/gelukkig-de-boer-die-nog-een-opvolger-vindt-1596174-a423168>
- Frank de Jong. (2017). *Tijdige voorbereiding bij bedrijfsovername landbouw*. Opgehaald van Van Oers
agro: <https://www.vanoers-agro.nl/levensfasen-agrarisch-bedrijf/bedrijfsopvolging/>
G.S.Venema. (1994). *BEDRIJFSOVERNAME IN DE LANDBOUW*. Den Haag: Landbouweconomisch
Instituut .
- Gerrit Remmelink. (2014). *bedrijfsontwikkeling*. Wageningen: Livestock Research.
- Harold van der Meulen, I. M. (2015). *Agrarische jongeren*: Wageningen: LEI Wageningen UR.
- Heirbout, J. (2019) De ingenieur, tijdschriftenblad april 2019
- Marga Hoogeveen & Karel van Bommel. (2005). *Bedrijfsopvolgers hoger opgeleid*.
Opgehaald van Agri monitor: <http://edepot.wur.nl/32815>
- Hameed, M. A., Counsel, S., & Swift, S. (2012). A conceptual model for the process of IT innovation
adoption in organizations. Journal of Engineering and Technology Management, 29, 358-390
<https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2012.03.007>
- Holden, R., & Karsh, B.-T. (2010). The Technology Acceptance Model: Its past and its future in health
care. Journal of Biomedical Informatics, 43, 159-172. doi:10.1016/j.jbi.2009.07.002
- Kempenaar C, Lokhorst C (2018). Briefing paper 3: trends in precision agriculture in the EU. In: STOA
report: Schrijver R (ed), precision agriculture and the future of farming in Europe. Reference: STOA
IP/G/STOA/ FWC-2013-1/lot 7/SC5
- Kelley, T., & Littman, J. (2006). The ten faces of innovation: Strategies for heightening creativity.
Eibergen, Profile Books Ltd

Martien Voskuilen. *Economic Research*. Opgehaald van Meer belangstelling voor opvolging:
<https://www.agrimatie.nl/PublicatieRegio.aspx?subpubID=2518§orID=2243&themaID=7202&indicatorID=7205>

Rob Scholten. (2017). *Ingrijpende wijzigingen in de regelgeving voor de melkveehouderij*. Opgehaald van Achmea rechtsbijstand:
<https://www.achmearechtsbijstand.nl/actueel/paginas/ingrijpende-wijzigingen-regelgevingmelkveehouderij.aspx>

Schnabel, P. (2001). *Waarom blijven Boeren*. Sociaal en Cultureel Planbureau.

Siem Jan Schenk. (2011). *Melkveehouderij midden in maatschappij*. Den Haag: LTO Nederland.

Spierings. (1996). *Keuzeprocess bedrijfsopvolging in de agrarische sector*. Opgehaald van Landbouw-Economisch Instituut: <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/266192>

Teng, B.-S., Das, T.K. (2008). "Governance structure choice in strategic alliances: The roles of alliance objectives, alliance management experience, and international partners", *Management Decision*, Vol. 46 Issue : 5, pp. 725-742, <https://doi.org/10.1108/00251740810873482>

Thomas Hastings. (2004). *Berkeley*. Opgehaald van opvolging op boerderijen:
<https://nature.berkeley.edu/ucce50/ag-labor/7article/article12.htm>

van der Wal, Ir. T., Vullings Dr. Ir. L.A.E., Zaneveld-Reijnders Ir. J. , Bink Drs. R.J. (2017). Doortonwikkeling van de precisielandbouw in Nederland. <https://doi.org/10.18174/418241>

van Evert FK, Gaitán-Cremaschi D, Fountas F, Kempenaar C (submitted) Quantifying the contribution of precision agriculture to sustainability in the production of potatoes and olives

van Evert FK, Booij R, Jukema JN, Ten Berge HFM, Uenk D, Meurs EJJ, Van Geel WCA, Wijnholds KH, Slabbekoorn H (2012a) Using crop reflectance to determine sidedress N rate in potato saves N and maintains yield. *Eur J Agron* 43:58–67. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.05.005>

van Evert FK, Van der Voet P, Van Valkengoed E, Kooistra L, Kempenaar C (2012b) Satellite-based herbicide rate recommendation for potato haulm killing. *Eur J Agron* 43:47–57

von Hippel E. (2007) The Sources of Innovation. In: Boersch C., Elschen R. (eds) *Das Summa Summarum des Management*. 111-120 https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9320-5_10

Wim van Gruisen. (2013, december). *Melkvee*. Opgehaald van Bedrijfsovername:
<http://edepot.wur.nl/288074>

7. Bijlagen

Interview

Wat is in eerste instantie uw standpunt over precisielandbouw?

- Ik vind het dusdanig interessant dat ik er meer over wil weten
- Het zal met betrekking tot duurzaamheid de nieuwe norm worden
- Ik verwacht dat het financiële voordelen met zich mee zal brengen
- Ik hou het liever bij het oude

Extra informatie van belang bij deze vraag:

Hoeveel weet de geïnterviewde over precisielandbouw?

Hou oud is de geïnterviewde?

Heeft de geïnterviewde praktisch, en financieel de mogelijkheid om precisielandbouw toe te passen?

1. Vragen wat voor bedrijf het is, de omvang en het bouwplan.
2. In hoeverre wordt er op dit bedrijf precisielandbouw toegepast?
3. In hoeverre denkt u dat precisielandbouw kan bijdragen aan een beter klimaat?
4. In welke precisielandbouwtechnieken overweegt u in de toekomst de investeren?
5. Wat weet u van:
 - GNSS
 - Sensoren
 - Rendement in kaart brengen
 - CTF (verkeerslandbouw/rijsporen)
 - variabel tarief
6. Wat weet u van de volgende toepassingen?
 - nauwkeurig op plagen en ziekten
 - nutriënten
 - water
 - verspilling na het oogsten
 - kennis verspreiden
7. Hoe ziet u een verdienmodel voor zich met deze technieken?
8. Wat zijn de barrières om deze technieken niet toe te passen?
9. Hoe ziet u uw bedrijf ontwikkelen naar een gezond, duurzaam en winstgevend verdienmodel?

Op al deze vragen zal in het gesprek doorgevraagd worden, dit is om een richting van het gesprek aan te geven. Een rode draad door elk interview.