

Pilot Field Lab 5G Drenthe

Van USB naar 5G; realtime advisering in aardappelteelt



Auteurs: Johan Booij & Chris de Visser (WUR)



Inhoud

Samenvatting	3
1. Inleiding en doelstelling	4
2. Projectuitvoer	7
3. Resultaten	7
3.1. Van drone naar droneportaal.....	7
3.2. Van droneportaal naar Akkerweb	10
3.3. Van Akkerweb naar Agrifac-machine	11
3.4. Van Agrifac-machine naar Akkerweb	11
3.5. Demodag: valideren en demonstreren van de gehele keten	12
4. Communicatie	14
5. Evaluatie	15
5.1. Evaluatie projectresultaten	15
5.2. Evaluatie projectproces	16
5.3. Mogelijk vervolg op de pilot	17

Samenvatting

In 2018 is een pilot uitgevoerd om de potentie van 5G in de precisielandbouw te demonstreren. Hoewel precisielandbouw al lange tijd in ontwikkeling is, en er ook al veel bereikt is in termen van sensoren en toepassingen, is het op dit moment nog geen mainstream innovatie op het boerenbedrijf in de Nederlandse akkerbouw. Eén van de redenen hiervoor is dat de toepassing nog te veel technische kennis vraagt van de hele dataketen van sensor naar toepassing. Het is nog absoluut niet "*plug & play*" waardoor de brede toepassing nog vooral voorbehouden is aan voorlopers die zich verdiept hebben in de technologie en de daarbij horende datastromen. Voor een effectieve demonstratie is gekozen voor de case aardappelloof doodspuiten waarvoor al een adviesstelsel bestaat inclusief sensortechnologie. De tijd tussen het vliegen van de drone en de toepassing op het land bedraagt nu ongeveer 24-48 uur. Met dit project is met hulp van diverse technieken de doorlooptijd teruggebracht tot 1,5 à 2 uur. Dat is een substantiële versnelling. Bovendien heeft de demo laten zien hoe belangrijk connectiviteit in het proces is. Hoewel de werkelijke potentie van 5G in dit project niet is aangesproken, heeft de demo wel duidelijk gemaakt hoe 5G in de dataketen zijn bijdrage kan hebben. De demodag die georganiseerd is tbv dit project werd niet alleen goed bezocht maar de publiciteit rond het project was optimaal. Dat verschillende partijen in Valthermond in Drenthe werken aan 5G toepassing in de precisielandbouw is landelijk ruim bekend geworden in de sector.

1. Inleiding en doelstelling

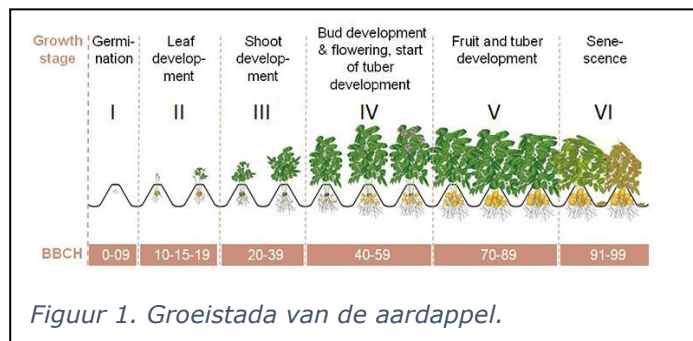
In 2018 startte een pilot Field Lab 5G in Drenthe op de WUR-proeflocatie te Valthermond. Partners in dit project waren de Provincie Drenthe, KPN, Agrifac, Dronehub GAE, Wageningen University & Research en Innovatie Veenkoloniën. Aanleiding voor een Field Lab 5G Drenthe was de behoefte om mogelijkheden van 5G- en (pre-) 5G-technologie in de landbouw te testen en te evalueren samen met bedrijfsleven werkzaam in de landbouw. Eén van de uitdagingen in de landbouw is het implementeren van precisielandbouw op het boerenbedrijf. Precisielandbouw kan een grote rol gaan spelen om slimmer, efficiënter en duurzamer gewassen te telen. Telers maken nu echter nog te weinig gebruik van de mogelijkheden die er aangeboden worden. Een belangrijke reden hiervoor is dat het nog onvoldoende “plug & play” is. Het is eenvoudig om veel data te verzamelen met sensoren (aan trekkers, drones of satellieten), maar het wordt al lastiger om al deze data goed te analyseren en er een bruikbare taakkaart van te maken. En dan is de klus nog niet geklaard, omdat in de dataketen van sensor naar toepassing, nog formatwijzigingen van bestanden gerealiseerd moeten worden en USB sticks nodig zijn voor fysiek transport van de data van computer naar machine. Tevens is het vaak cruciaal om een toepassing in de tijd snel te laten volgen op een waarneming. De diverse stappen in de dataketen maken dit op dit moment nog niet haalbaar. Het geheel automatiseren van deze stappen met als resultaat een korte responstijd tussen waarneming en actie, is cruciaal in de brede implementatie van precisielandbouw in de praktijk. 5G-technologie kan hier een flinke bijdrage aan leveren, ook omdat verwacht mag worden dat de hoeveelheid data in de dataketen gaat toenemen én de dataketen complexer wordt. Zeker als robotisering zijn intrede gaat doen in de landbouw.

De concrete doelstelling van de pilot in 2018 was om de tijd in de dataketen van een drone via een platform waar de data wordt omgezet naar een machine in het veld die een toepassing uitvoert op basis van een taakkaart substantieel te verkorten.

Binnen de pilot is daarom gewerkt aan de landbouwtoepassing van loofdoding in aardappelen omdat voor deze toepassing de meeste ingrediënten aanwezig zijn. Aardappelplanten worden in de periode augustus tot oktober ongeveer drie weken voor de oogst doodgemaakt tijdens de afrijping (senescence, zie Figuur 1). Dit wordt gedaan om ervoor te zorgen dat de knollen in de grond niet doorgroeien en

de schil voldoende uit kan harden, zodat er tijdens de oogst geen beschadigingen aan de aardappelen optreden en de kwaliteit behouden blijft. In de praktijk wordt dit vaak chemisch gedaan (zie Figuur 2).

De hoeveelheid middelen die nodig is om de aardappelplant dood te krijgen, hangt af van de gewasstadium van de plant. Aardappelplanten die van nature al afgestorven zijn hoeven niet meer behandeld te worden, aardappelplanten die nog helemaal of gedeeltelijk groen zijn wel. Die afsterving verloopt vaak niet egaal over het perceel en soms zijn bepaalde plekken al geheel afgestorven terwijl andere plekken dat niet (lang) niet zijn. Daar speelt precisielandbouw op in door de hoeveelheid groene massa nauwkeurig in beeld te brengen met drones. De informatie van de drones wordt vervolgens omgezet naar een plaatsspecifieke doseringskaart voor het chemische middel. Zo wordt het middel veel effectiever ingezet op een perceel met een beter resultaat als gevolg.

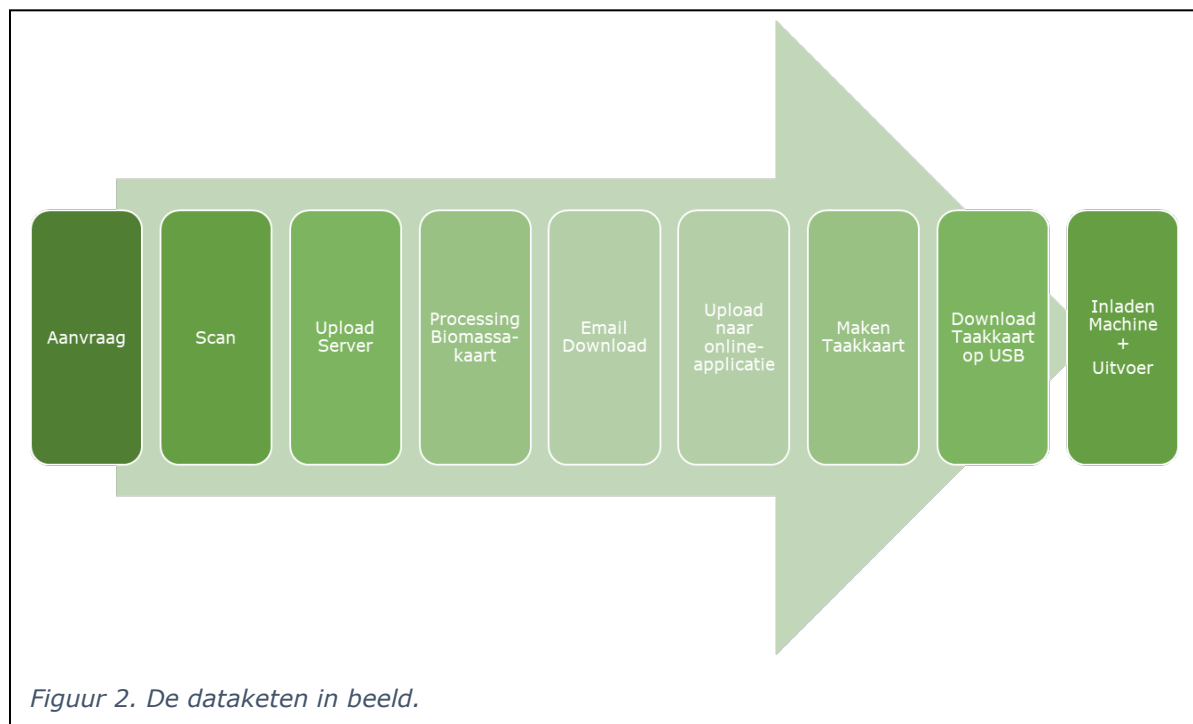


Figuur 1. Groeistada van de aardappel.

Het schema in Figuur 3 laat kort zien welke stappen nodig zijn binnen dit proces. Het begint met het aanvragen van een dronebeeld bij de loonwerker. De klant belt de loonwerker en stuurt een email met



Figuur 3. Links het doodspuiten van aardappelloof en rechts het resultaat.



Figuur 2. De dataketen in beeld.

een google maps kaartje met de locatie van het perceel. De loonwerker komt vervolgens het perceel scannen met de drone. De loonwerker verzamelt de hele dag gegevens van verschillende percelen. De drone maakt continu foto's van de percelen. Dit zijn losse 'geotagged' foto's, maar nog geen complete perceelskaart. Onderweg stuurt de loonwerker de gegevens via het LTE netwerk (Long Term Evolution oftewel 4G) door naar een online portaal (bijvoorbeeld het Dronewerkers portaal). Daar worden de foto's verwerkt tot een perceelskaart die laat zien hoeveel biomassa er waar op het perceel staat. Vaak moet de loonwerker te veel percelen scannen op één dag, waardoor hij pas bij thuiskomst de data via een vaste verbinding naar het portaal stuurt. Zodra de verwerking op het portaal klaar is stuurt de loonwerker een download-link naar de klant (boer). De klant kan echter nog niets met dit kaartje, want de klant heeft immers een advies nodig over hoeveel middel hij op welke plek moet toedienen. De klant importeert de perceelskaart daarom vervolgens in een ander online portaal (Akkerweb) om er vervolgens een taakkaart mee te maken (doseringkaart). Deze download hij daarna weer, zet de kaart op een USB

en laadt deze in op een tractor met een spuit. Deze spuit geeft vervolgens iedere aardappelplant de juiste hoeveelheid middel om het gewas goed te laten afsterven.

Dit gehele proces duurt zo'n 24-48 uur van aanvragen tot aan spuiten. De boer mag echter alleen onder strikte weercondities spuiten. Omdat het weer in Nederland nogal snel verandert, heeft de boer maar een korte tijd beschikbaar om de behandeling uit te voeren. Het huidige proces duurt te lang en is te complex (teveel handmatige stappen voor de boer) om daarom goed te kunnen uitvoeren. In deze pilot is daarom gewerkt aan het verbeteren en automatiseren van een aantal stappen in deze dataketen om de doorlooptijd van het proces substantieel te verkorten.

2. Projectuitvoer

In het project is gewerkt aan het vergemakkelijken van de aanvraag van een dronescan van het perceel, het versnellen van de data-overdracht met (pré) 5G-technologie van de drone naar het Dronewerkers portaal waar de beelden verwerkt worden, data-uitwisseling tussen dit platform en Akkerweb waar het biomassabeeld wordt omgezet naar een taakkaart én data-overdracht van Akkerweb naar de machine op het veld. In een video die beschikbaar is op YouTube wordt het gehele nieuwe proces uitgelegd:

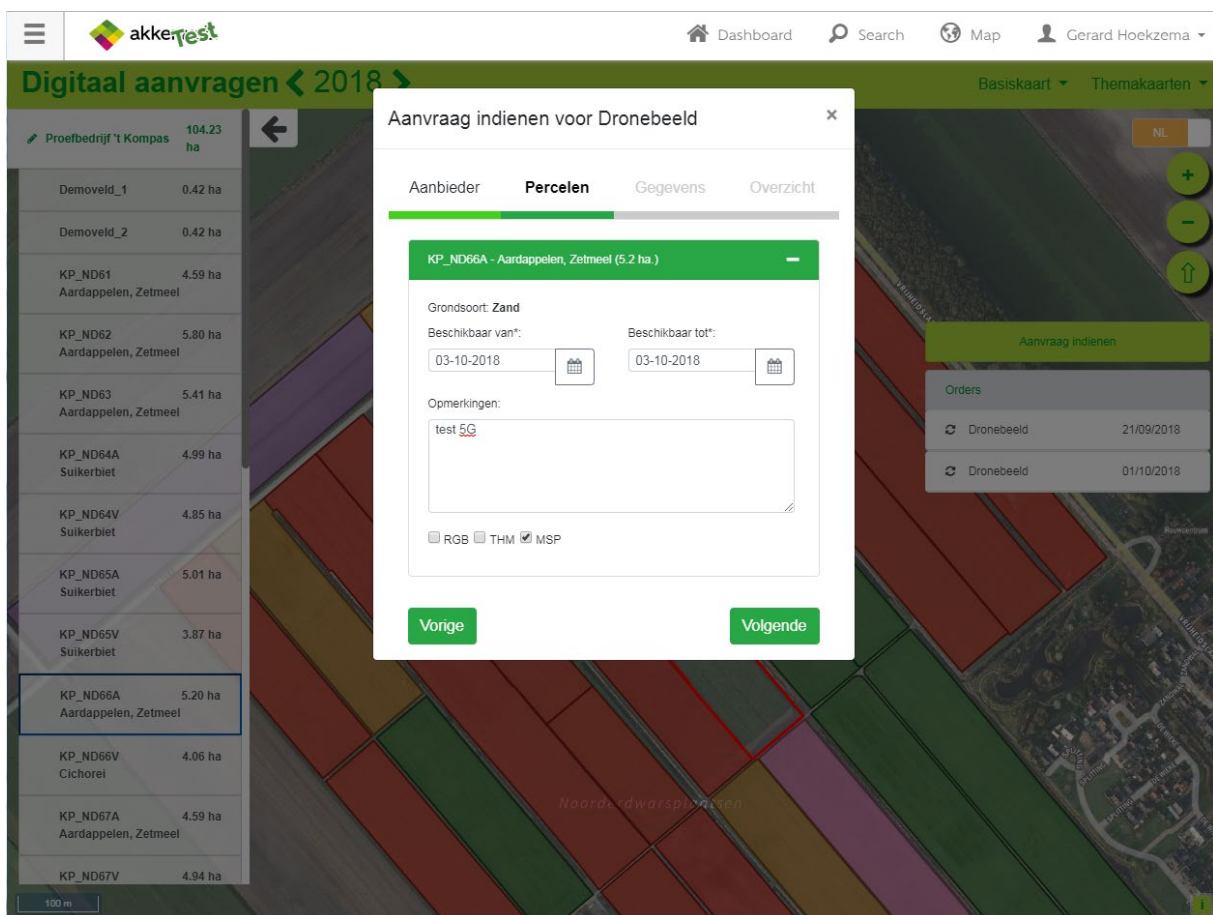
youtu.be/dM988zj_s0Q

3. Resultaten

3.1. Van drone naar droneportaal

In dit werkpakket is gewerkt aan het vergemakkelijken van de aanvraag van een dronescan en het versnellen van de data-overdracht met 5G-technologie.

Op het online GEO-platform Akkerweb is een applicatie gemaakt voor de aanvraag van dronebeelden. Onderstaande afbeelding laat een screenshot van de applicatie zien. De teler selecteert digitaal één van zijn percelen en vraagt een dronebeeld aan. Vervolgens worden een planning, het soort beeld (thermisch, kleurenfoto of multispectrale foto) en de geografische gegevens van het perceel doorgestuurd naar het Dronewerkers portaal. De loonwerker krijgt vervolgens automatisch een email binnen dat er een opdracht klaar staat. Bovendien kan hij op basis van deze email op het Dronewerkers portaal direct de locatie van het perceel terugvinden.



Verder is er een drone met multispectrale camera uitgerust met een modem (Figuur 4), die communiceert met tijdelijke (pre-) 5G mast op de WUR-proeflocatie te Valthermond (Figuur 5).



Figuur 4. Drone met multispectrale camera.

KPN heeft 2 frequentiebanden met elkaar weten te combineren tot een 'Uplink Carrier Aggregation' (Figuur 6).

Het LTE netwerk (4G) heeft een uplink snelheid van 30 Mbps (bij 1800MHz).

De drone maakt 5

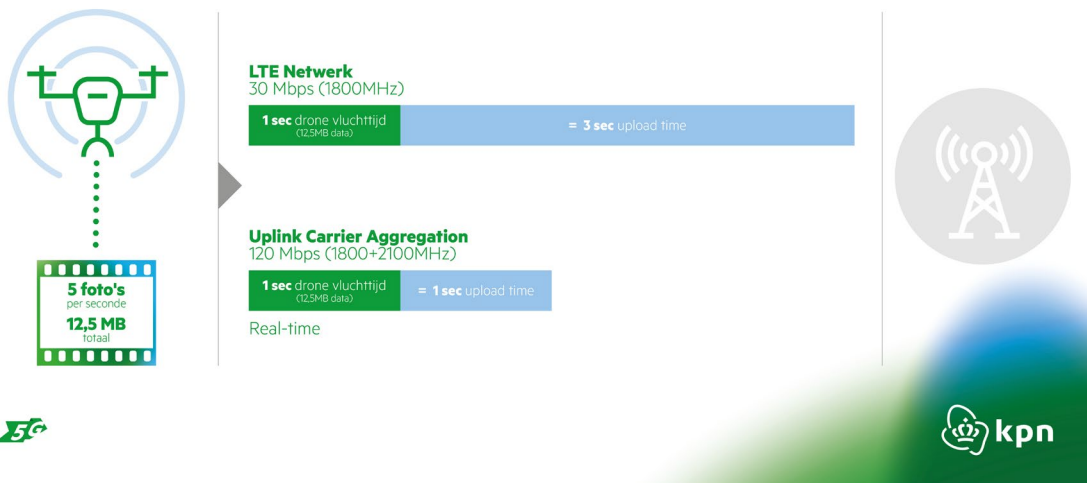
foto's per seconden van in totaal ca 12.5MB. Via het LTE netwerk betekent 1 sec vliegen (=12.5 MB) ongeveer 3 seconden uploadtijd. Met de nieuwe pre-5G technologie heeft KPN de uplink snelheid naar 120Mbps (bij 1800+2100MHz) weten te brengen. Dit betekent dat 1 sec vliegen met de drone nog maar 1 seconde aan uploadtijd kost.

Het pilotperceel is ongeveer vijf hectare. Het kostte ongeveer 15 minuten tijd om over het perceel te vliegen. In 15 minuten genereerde de camera ongeveer 11GB aan data. Met 4G betekende dit een uploadtijd van 50 minuten. Dit is met pre-5G teruggebracht naar 15 minuten.



Figuur 5. (pré) 5G mast op de lokatie.

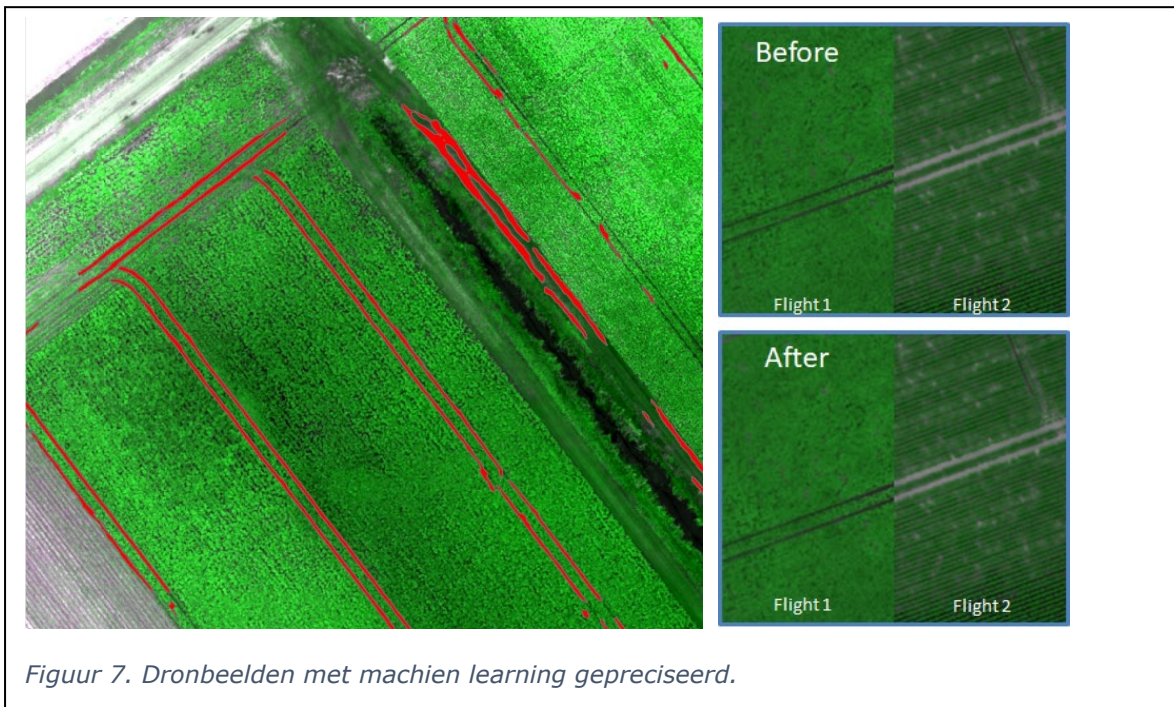
Ontwikkeling in connectiviteit



Figuur 6. Uplink Carrier Aggregation.

Als laatste binnen dit werkpakket is nog gewerkt aan het verbeteren van de precisie van het dronebeeld. Om per plant in een gewas te kunnen spuiten moet de uiteindelijke perceelskaart een nauwkeurigheid hebben van minder dan 10 cm. Ter vergelijking: positiebepaling met RTK-GPS voor rechtrijden zit op 2 cm nauwkeurigheid.

De drone in deze pilot had geen RTK-GPS. De uiteindelijke perceelskaart zat daarom op ca 1-1.5m nauwkeurigheid, niet voldoende om per plant te kunnen spuiten. Dronehub GAE heeft met "machine



Figuur 7. Dronbeelden met machine learning gepreciseerd.

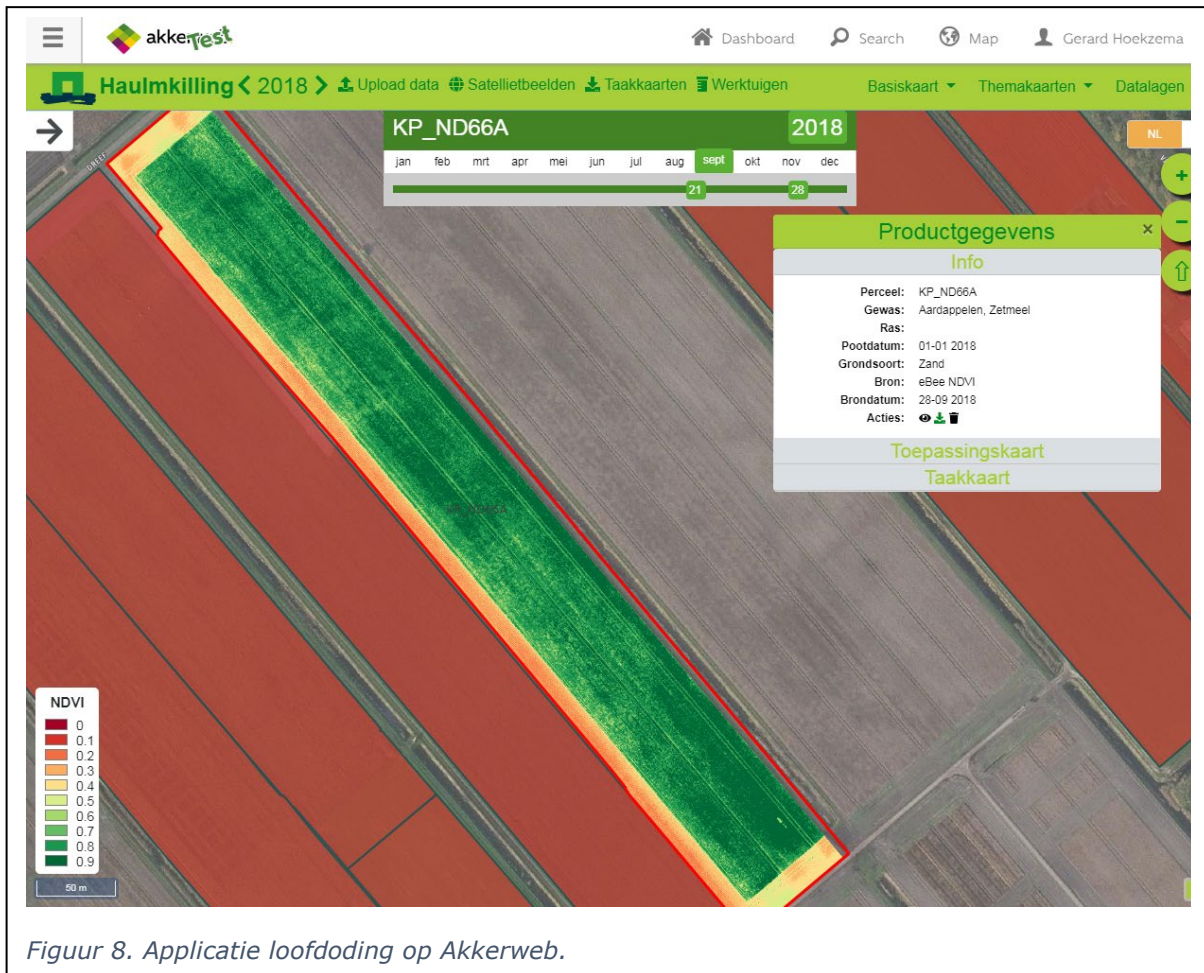
learning" geprobeerd de nauwkeurigheid te verbeteren (zie Figuur 7). Op basis van de perceelskaart zijn spuitsporen gedetecteerd. Vervolgens is de locatie van deze spuitsporen op het beeld vergeleken met de werkelijke locatie van spuitsporen bekend in de computer van de tractor. Vervolgens vond een verschuiving van het dronebeeld plaats om de locaties te laten matchen.

Deze techniek is nog niet robuust genoeg om in de praktijk te draaien. Als er bijv. al kopakkers geoogst zijn, dan zal de detectie matig zijn. Tevens is een lichte verschuiving van het beeld met een nauwkeurigheid van $\pm 0.3\text{m}$ nog steeds mogelijk. Daarnaast zijn er sinds kort ook RTK-GPS drones op de markt, die wel nauwkeurige beelden leveren.

Deze ontwikkelingen hebben ertoe geleid dat het dronebeeld sneller is geüpload (15 minuten i.p.v. 45 minuten). Zodra de losse foto's bij het droneportaal zijn aangekomen duurde de verwerking tot een perceelskaart nog ca 30-60 minuten.

3.2. Van droneportaal naar Akkerweb

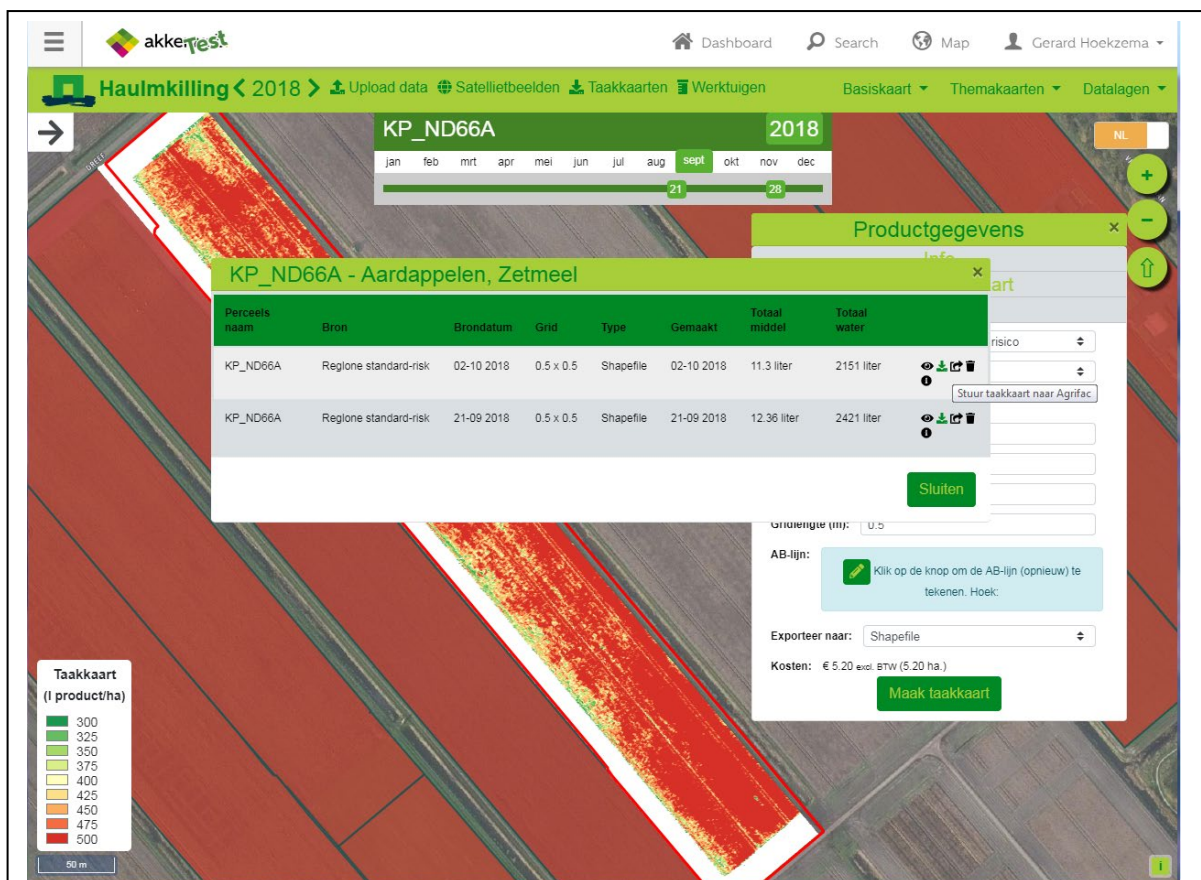
In dit werkpakket is gewerkt aan data-uitwisseling van het Dronewerkers-portaal naar Akkerweb. Nadat de dronebeelden verwerkt zijn op het Dronewerkers-portaal werd de perceelskaart (biomassa) automatisch doorgestuurd naar Akkerweb. Hiermee hoeft de teler niet meer zelf de beelden te downloaden en weer te uploaden. Onderstaande afbeelding laat de applicatie loofdoding zien. Het biomassabeeld van de drone verschijnt op Akkerweb automatisch bij alle andere informatie over het desbetreffende perceel.



Figuur 8. Applicatie loofdoding op Akkerweb.

3.3. Van Akkerweb naar Agrifac-machine

In dit werkpakket is gewerkt aan data-overdracht naar de trekker. De trekker was in dit geval een zelfrijdende Agrifac spuitmachine. De terminal in deze machine had een bestaande 4G (LTE) verbinding, wat voldoende was om de advieskaart van Akkerweb te downloaden. Binnen de loofdoingsapplicatie op Akkerweb is daartoe een knop 'Stuur taakkaart naar Agrifac' gebouwd. Het dronebeeld is een ander bestandstype dan de uiteindelijke taakkaart die naar de machine gestuurd werd. Om het dronebeeld om te zetten naar een taakkaart geschikt voor de Agrifac machine moest er op Akkerweb een uitwisselingsprotocol geïmplementeerd worden (zie Figuur 9). Uiteindelijk vergde deze omzetting toch nog behoorlijk rekenkracht en duurt dit ca 15 minuten.



Figuur 9. De verstuurknop op Akkerweb met op de achtergrond de taakkaart die naar de machine gaat.

3.4. Van Agrifac-machine naar Akkerweb

In dit werkpakket zou gewerkt worden aan het terugsturen van de AS-applied gegevens van de Agrifac-machine terug naar Akkerweb. AS-applied gegevens zijn gelogde data van de uitgevoerde actie. Deze gegevens vertellen waar op het perceel welke hoeveelheid daadwerkelijk gespoten is. Deze gegevens zouden vervolgens op Akkerweb gevisualiseerd worden en de totale hoeveelheid middel en water op het perceel uitgerekend worden (benodigd voor teeltregistratie).

Met de Agrifac-machine bleek het echter nog niet mogelijk om de AS-applied gegevens op te slaan. De projectduur van de pilot was te kort om dit nog te ontwikkelen. Er zijn daarom helaas geen gegevens van

de Agrifac-machine naar Akkerweb gestuurd. Wel is er op Akkerweb vast gewerkt aan een applicatie die de (demo)gegevens kan visualiseren en de totale hoeveelheid gespoten middel uitrekent.

3.5. Demodag: valideren en demonstreren van de gehele keten

Op 3 oktober 2018 is op Valthermond een demodag georganiseerd om het gehele proces te demonstreren. Er waren ongeveer 75 bezoekers. Ten behoeve van de dag is er ook een projectvideo gemaakt die te zien is op YouTube: youtu.be/dM988zj_s0Q

Een korte samenvatting van de resultaten uit de werkpakketten:

Activiteit	Oude situatie	5G Pilot	Winst
Aanvraag loonwerker	Telefoon en email	Intekenen op app, automatisch doorsturing naar loonwerker	Gemak. Loonwerker heeft direct alle info (planning, locatie) voor handen.
Scannen perceel	5 ha, 15 minuten, 11 GB	5 ha, 15 minuten, 11 GB	Geen
Upload server	11 GB bij 30Mbps $\approx$ 50 minuten, vaak is tijd niet genoeg om alle percelen op een dag te uploaden en worden op kantoor gedaan.	11 GB bij 120 Mbps $\approx$ 15 min .	4x sneller uplink, tijdswinst van 35 minuten.
Processing biomassa kaart	Processen duurt 30-60 minuten. Resultaat is perceelskaart 1.24GB	Processen duurt 30-60 minuten. Resultaat is perceelskaart 1.24GB	Geen
Email download en weer upload van dronebeeld in Akkerweb	Handmatige stap via download-link en importeerfunctie in loofdodingsapp.	Beeld wordt automatisch naar Akkerweb gestuurd en getoont binnen loofdodingsapp.	Gemak.
Maken van een taakkaart	Handmatige stap in app om biomassa kaart om te zetten naar advies en taakkaart. 15 minuten verwerkingstijd	Handmatige stap in app om biomassa kaart om te zetten naar advies en taakkaart. 15 minuten verwerkingstijd	Geen
Download taakkaart op USB en inladen op machine	Handmatige stap. Op USB zetten en weer importeren in terminal op spuit.	Automatische stap middels verzendknop. Taakkaart wordt direct in terminal zichtbaar	Gemak.
Totaal	24-48 uur proces, met name door handmatige stappen en lage uplink bij drone.	1.5-2 uur van scannen tot taakkaart op terminal	Er is met name bij uplink dronebeelden een tijdswinst gehaald, verder is vooral veel gemak voor de teler ontwikkeld.

Er is ook gekeken naar de milieukundige en bedrijfseconomische meerwaarde van de toepassing in termen van milieu en besparing op middel. Dit is samengevat in Tabel 1.

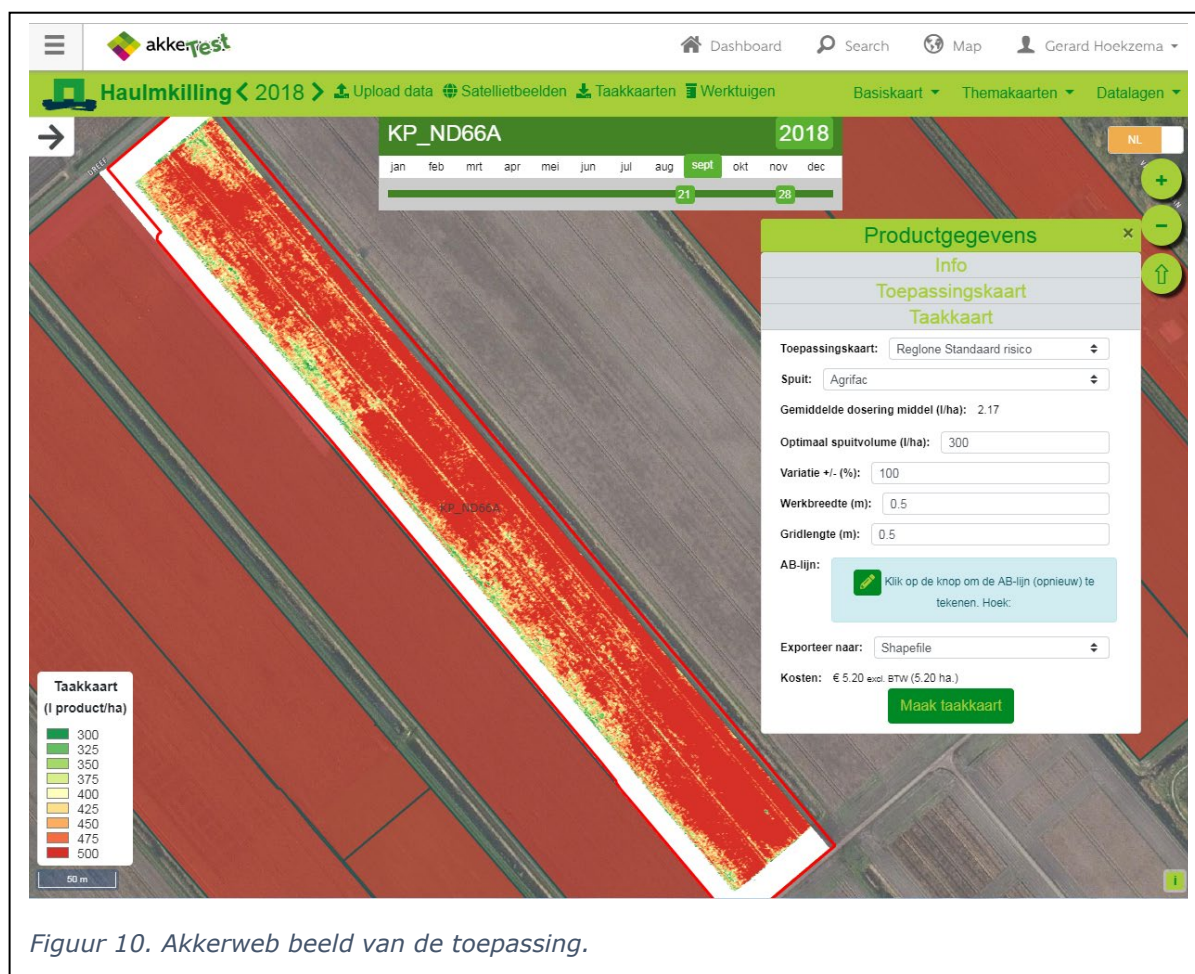
Tabel 1. Toepassing Reglone als doodspuitmiddel voor aardappelloof volgens gangbare methode en volgens precisielandbouw.

Situatie	Middelgebruik	Kosten	Milieubelasting Waterleven	Milieubelasting Bodemleven	Milieubelasting Grondwater
Praktijk	3.00 l/ha Reglone	€30.00/ha	420	24	0
Variabel	2.17 l/ha Reglone	€21.70/ha	304	17	0
Besparing	0.83 l/ha Reglone	€8.30/ha	116	7	0

De gemiddelde besparing op dit perceel is €8.30/ha. Een dronebeeld kost echter al €25/ha. De techniek om per plant te kunnen bespuiten wordt geschat op €45/ha. (€45.000 voor de techniek, 10 jaar afschrijving, 100 hectare aardappelen).

Deze toepassing heeft voor deze teler daarmee geen financieel voordeel. Dit hadden we van tevoren eigenlijk al wel verwacht, aangezien Reglone vrij goedkoop is. Reglone is na juni 2019 echter verboden. Een teler heeft dan alleen toegang tot duurdere middelen voor loofddoding. Besparen op middelen levert dan ook meer financieel voordeel.

Daarnaast hebben wij voor deze toepassing gekozen, omdat de toepassing van zichzelf vrij eenvoudig is. Binnen de pilot konden we ons daarom op het 'Plug&Play' concentreren in plaats van op de toepassing zelf.



Figuur 10. Akkerweb beeld van de toepassing.

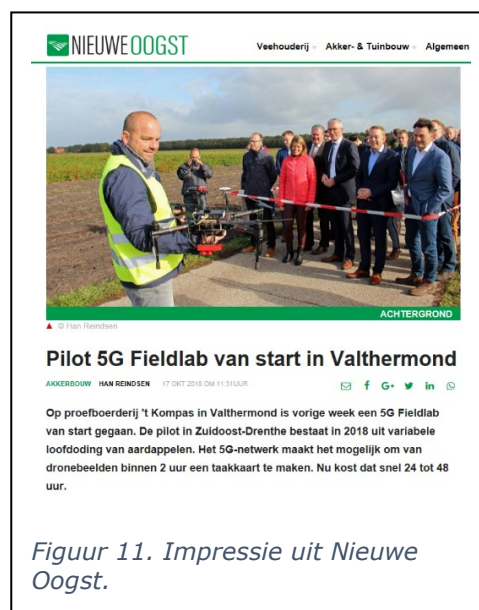
4. Communicatie

Op de demonstratiedag op 3 oktober waren ongeveer 75 bezoekers, bestaande uit landbouwadviseurs,-afnemers, telers, partners, pers en lokale politiek.

Naast de demonstratiedag zijn o.a. de volgende communicatie-uitingen gerealiseerd:

Video's:

- KPN Smart Farming algemeen:
https://www.youtube.com/watch?v=Eb_6SNIO74
- KPN 5G Fieldlab Drenthe:
<https://www.youtube.com/watch?v=iP3GzNWTxKM>
- Projectvideo 5G Pilot Loofdoding:
youtu.be/dM988zj_s0Q



Online content:

- <https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2018/10/03/ultrasnel-draadloos-internet-voor-precisielandbouw-valthermond>
- <https://www.rtvnoord.nl/nieuws/199626/5G-proef-voor-landbouw-wordt-getest-in-Valthermond>
- <https://www.dvhn.nl/drenthe/5G-internet-helpt-boeren-besparen-23615493.html>
- <https://www.boerderij.nl/Mechanisatie/Achtergrond/2018/10/Precisielandbouw-steeds-praktischer-voor-de-boer-342979E/>
- <https://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/139363/Mobiel-5G-netwerk-gaat-de-landbouw-helpen>
- <https://www.futurefarming.com/Tools-data/Articles/2018/10/Precision-farming-ever-more-practical-for-farmers-343949E/>

Artikelen:

- *Proeftuin pakt praktijkproblemen aan, Boerderij Vandaag*, 2018-07-20, Leo Tholhuijsen
- *Dronetechniek steeds praktischer, Boerderij Vandaag*, 2018-10-04
- *5G Fieldlab werkt aan snelle precisielandbouw, Boerderij Vandaag*, 2018-10-05
- *Fieldlab 5G laat innovatie met drones zien, Veldpost*, 2018-10-06, Ellis van Wees
- *Reclamefilm van KPN brengt 5G Fieldlab naar Valthermond, Nieuwe Oogst*, 2018-10-
- *Precisielandbouw praktischer voor de boer, Boerderij*, 2018-10-09
- *Pilot 5G Fieldlab van start in Valthermond, Nieuwe Oogst*, 2018-10-13, Han Reindsen

5. Evaluatie

5.1. Evaluatie projectresultaten

- Algemeen beeld precisielandbouw en toekomst: er is in de precisielandbouw in belangrijke mate sprake van een technology push zoals dat bij veel technologische ontwikkelingen het geval is geweest (computer, smart phone etc). Dat hoeft op zich geen probleem te zijn, alhoewel bij de ontwikkeling van toepassingen goed moet worden gekeken naar de wensen van de toepasser, de boer. De ontwikkeling van precisielandbouw ontbeert vooral een probleemeigenaar die de ontwikkeling aanzwengelt en gestaag verder brengt. Er zijn veel spelers mee bezig maar systeemintegratie is een belangrijke achilleshiel in de ontwikkeling omdat dit het toepassen van technologieën in de praktijk bemoeilijkt. Precisielandbouw heeft in de toekomst echter een belangrijke functie te vervullen om externe inputs in de productie van gewassen terug te dringen. Ook is het zo dat nieuwe teeltsystemen die circulaire landbouw mogelijk maken, zeer waarschijnlijk gebruik zullen maken van sterke verhoogde gewasdiversiteit (strokenteelt, mengteelten, agroforestry etc) en zware mechanisatie zullen weren in verband met het effect op bodemkwaliteit die een belangrijke rol speelt bij het succes van die nieuwe teeltsystemen. Om deze teeltsystemen mogelijk te maken zijn lichte autonome voertuigen (robots) nodig voor de gewasverzorging en moet letterlijke precies gewerkt worden op basis van intensieve gewasmonitoring. Natuurinclusieve landbouw zal dus high-tech worden. Er zullen dus veel data verzameld worden en die data moeten op een eenvoudige, snelle, adequate manier zorg moeten de gewasverzorging en dat kan alleen als de toepassingen "plug&play" worden. Het gaat niet meer om één geïsoleerde toepassing maar om een hele keten aan toepassingen die snel achter elkaar en op verschillende plaatsen op het bedrijf tegelijkertijd aandacht vragen. Plug & play is dan absoluut nodig om deze systemen tot een werkbaar geheel te maken.
- Tevredenheid resultaat: de partners waren het er over eens dat dat een duidelijke toepassing is gekozen. Dit resulteerde in een meetbaar resultaat. Beoogd resultaat was een live demonstratie voor realtime loofdoding. In verband met de doorlooptijd van 2 uur kon de realtime toepassing nog niet gedemonstreerd worden, maar wel de verschillende onderdelen van het proces. Daardoor zijn de partners er toch in geslaagd om een mooi resultaat te laten zien op de demodag. De film heeft hier zeker ook aan bijgedragen, evenals de opzet van de demodag zelf (panelpresentatie). De Proefboerderij was een goede keuze, de basisinfrastructuur (kennis, akkers, personeel etc.) was hier aanwezig. Het eindresultaat is goed gewaardeerd door agri, pers, deelnemers etc. Er is veel aandacht geweest vanuit de pers voor dit project. Dit is een aanmoediging om door te gaan met het 5G field lab. Er is nog kleine zetten nodig om van testomgeving verder te gaan naar open omgeving.
- Waarde product: goede basis (arbeid, milieu, kosten). Het moet echter nog verder ontwikkeld worden tot plug & play toepassing, waarbij boeren geen begeleiding nodig hebben bij de toepassing.
- Hoe verder met het product: het product heeft een snelle en eenvoudige toepasbaarheid. Het product moet nog een stap verder gebracht worden (AS-applied), maar we moeten het ook meer generiek maken. Dat vergt ook de deelname en betrokkenheid van nieuwe partners. Er moet ook een koppeling komen met teeltmanagement. Het product moet afgemaakt worden, het moet sneller zijn en volledig integreren. Het product moet meer volautomatisch werken. Het toekomstbeeld moet zijn: een teler rijdt met zijn trekker met machine of een zelfrijder naar perceel. Op het scherm in de cabine krijgt de teler het bericht op zijn of haar scherm de variabele toepassing ingezet kan worden. Nu is dit nog niet het geval.
- Vermarketing/implementatie: bij het maken van een stakeholderanalyse zal je zien dat teeltadviseurs nog onvoldoende actief zijn op dit gebied. Dit is een bottleneck. Het beroep heeft een update nodig. Teeltadviseurs moeten kennis krijgen over de mogelijkheden om hun klanten

goed te adviseren. Het product dat in dit project is ontwikkeld is een oplossing voor variabele loofdoding. Er is op dit moment echter geen goede businesscase voor te maken. Belangrijk bij het vermarkten van het product is daarom het gemak, want dat is nodig voor acceptatie bij gebruikers. Het product kan nu nog niet op de markt gebracht worden, want het is een prototype. Voor de marktimplementatie is het verstandig om hierbij commerciële teeltadviseurs te betrekken. Organiseer demonstraties en workshops om telers er bekend en vertrouwd mee te maken. Partijen hebben de wens om boeren de toepassing te laten testen op de manier zoals het nu werkt. Toch is het nog de vraag hoe groot de markt voor deze toepassing is in de huidige vorm. Het monitoren van machines wordt heel belangrijk, zeker als we toe gaan naar robots.

- Nieuwe pilots: de partners willen graag doorgaan met pilots die bijdragen aan duurzaamheid van de voedselproductie en natuurinclusief boeren. Voor boeren is het eveneens belangrijk dat dit soort toepassingen worden ontwikkeld. De provincie wil dit soort projecten graag stimuleren. Loofdoding is een eenvoudige toepassing. Het project is zinvol als er meerdere toepassingen komen waarbij snel variabel gespoten kan worden. Het ontwikkelen van andere producten is ingewikkelder.
- Overige aandachtspunten: educatie is belangrijk, zowel van huidige boeren als toekomstige boeren. We moeten meer moeite steken in het klaarstomen van studenten. Er is te weinig vernieuwing in de agrarische sector. Bij complexe machines moet de data goed geïnterpreteerd worden, de machine moet correct worden bediend en gebruikt. Nu is dit niet goed op elkaar aangesloten. Wellicht moet de nieuwe generatie boeren beter worden meegenomen. Daarom is het nodig om meer moeite te steken in het klaarstomen van leerlingen in het MBO.

5.2. Evaluatie projectproces

- Planning/doorlooptijden: het traject van projectidee tot formaliteiten (overeenkomst, projectplan) kostte veel tijd en had sneller gemoeten. Daardoor kwam het eigenlijke project van ontwikkelen en testen onder druk te staan. De start en 1^{ste} fase duurden te lang waardoor een eindsprint nodig was. Gelukkig bleek die ook te realiseren. In de laatste 2 maanden moest er nog veel gebeuren. Dit dwong ons tot efficiënt werken. Meer tijd had echter een soepeler verloop mogelijk gemaakt.
- Taakverdeling: het bleef lang onduidelijk wie welke bijdrage zou gaan leveren en wat elke partij ervoor terug kreeg. Verantwoordelijkheden in de organisatie waren daardoor niet helder. Het bleek lastig om tot een plan te komen dat tegemoet kwam aan ieders behoefte. De structuur op papier was echter goed uitgewerkt, maar de feitelijke aansturing van het project had strakker gekund. Tijdens de uitvoering slaagden de partijen er uiteindelijk wel in om onvoorziene problemen op te lossen. Dat ging opvallend goed.
- Afspraken en samenwerking: het proces ging redelijk goed. Bij start was er veel onduidelijkheid, bijvoorbeeld omdat meerdere dronepartijen deelnamen (wie heeft welke taak/rol/verantwoordelijkheid) en er was onvoldoende duidelijkheid over de financiën. Partijen waren aan het begin van het proces nog niet geëncijmteerd. Werken als een team was nodig in dit project, maar zeker in het begin werd dat niet zo ervaren. Afspraken werden grotendeels nagekomen. Helaas bleek de AS-applied niet geleverd te kunnen worden. Het proces verliep soms stroef. Aan het einde zijn mooie gezamenlijke resultaten behaald rondom de demodag. Opvolging van de acties uit de tussentijdse projectbijeenkomsten kon beter. Samenwerking op persoonlijk vlak ging prima. Communicatie verliep soms ietwat chaotisch. Veel verschillende partijen met een (niet gelijke) mening en, verschillende achtergronden. Dit is overigens exemplarisch voor de ontwikkeling van precisielandbouw (zie paragraaf 5.1).

5.3. Mogelijk vervolg op de pilot

Partijen zien goede mogelijkheden voor de toepassing van 5G in de landbouw maar moeten ieder wel op eigen wijze bepalen waar hun verdienmodel ligt bij investeringsvraagstukken. Een aantal partijen zal zich inspannen om een zinvol vervolg te ontwikkelen. En daarvoor is Valthermond een uitstekende uitvalsbasis.