

Fertigatie fascineert fritesaardappelteelt

Rianne Tanis

8 juni 2020

Afstudeerdocent: W. ter Beek

Fertigatie fascineert fritesaardappelteelt

Minder water en meststoffen, een beter gewas

∞

ONDERZOEK NAAR DE VOORDELEN VAN FERTIGATIE TEN OPZICHTE VAN TRADITIONELE TEELTSYSTEMEN IN DE GANGBARE
TEELT VAN FRITESAARDAPPELEN OP KLEIGROND IN HET ZUIDWESTEN VAN NEDERLAND

∞

Dit rapport is gemaakt in opdracht van: Aeres Hogeschool Dronten

In samenwerking met: Van Iperen
Delphy
Broere Beregening
Landbouwbedrijf Franzen
Farm Frites

Afstudeerdocent: W. ter Beek

Auteur: Rianne Tanis
Opleiding: Tuin- en Akkerbouw
Majors: Gezonde gewassen en Vitale bodem
Plaats: Goedereede
Datum: 8 juni 2020

DISCLAIMER

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

Niets uit dit rapport mag worden veeleenvoudigd zonder voorafgaande toestemming van de auteur
Afbeelding voorblad: Close-up of human hand holding potato (Farm Frites, Growing together, standing together, sd)

Voorwoord

Voor u ligt het rapport 'Fertigatie fascineert fritesaardappelteelt' waarin het onderzoek wordt beschreven naar de voordelen van fertigatie in de fritesaardappelteelt op kleigrond in het zuidwesten van Nederland. Dit rapport is geschreven ter afronding van de opleiding Tuin- en Akkerbouw aan de Aeres Hogeschool te Dronten.

Dit rapport is geschreven naar aanleiding van mijn afstudeerstage bij Van Iperen, waarin ik door middel van grootschalige praktijkproeven de mogelijkheden van fertigatie in de akkerbouw heb onderzocht. Tijdens mijn minorstage bij Farm Frites heb ik steeds meer interesse gekregen in de fritesaardappelteelt en kwaliteitsbeoordeling van fritesaardappelen. Aan de hand van deze kennis, ervaringen en verdere verdieping door middel van literatuurstudies, is dit rapport tot stand gekomen. Mijn doel is om u als lezer een goed beeld te scheppen over de uitdagingen in de fritesaardappelteelt en de kansen die er liggen om hierop in te spelen.

Dit rapport is tot stand gekomen door hulp van verschillende personen. Allereerst zou ik graag Van Iperen willen bedanken voor de begeleiding tijdens mijn afstudeerstage. Daarnaast wil ik Delphy en Broere Beregening bedanken voor de kennis over de toepassing van fertigatie in de akkerbouw. Ook wil ik Landbouwbedrijf Franzen bedanken voor de kennis op het gebied van teelt. Verder wil ik Farm Frites bedanken voor de begeleiding tijdens mijn stage en kennis over de kwaliteitsbeoordeling van fritesaardappelen. Ten slotte wil ik Dhr. W. ter Beek, afstudeerdocent, bedanken voor de begeleiding tijdens het gehele traject.

Rianne Tanis
Goedereede 2020

Inhoud

Voorwoord.....	3
Samenvatting.....	8
Abstract	9
1. Inleiding.....	10
Nederlandse akkerbouw.....	10
De zuidwestelijke klei	10
De aardappel, de kurk van de Nederlandse akkerbouw.....	11
De grote vier	11
Wereldwijde honger naar friet	12
Aardappelteelt blijft topsport in Nederland	12
Het klimaat verandert	12
Goede watervoorziening cruciaal	13
<i>‘Nooit meer oorlog. Nooit meer honger.’</i>	14
Tekort aan arbeidskrachten zet sector onder druk.....	14
Aanpassing nodig	14
Efficiënt omgaan met beschikbare productiemiddelen	15
Minder water en meststoffen, een beter gewas	16
2. Materiaal en methode	18
2.1 Proefopzet.....	18
2.1.1 Projectpartners	18
2.1.2 Systeemomschrijving.....	19
2.1.3 Proefopzet.....	20
2.1.4 Aanleggen van het systeem	20
2.1.5 Planten.....	20
2.1.6 Watergiftstrategie afgestemd op vochtsensoren.....	21
2.1.7 Bemestingsstrategie	21
2.1.8 Opbrengstbepaling	22
2.1.9 Rooien.....	22
2.1.10 Kosten en baten	22
2.1.11 Contact	22
2.2 Literatuuronderzoek.....	23
2.3 Interviews.....	23
2.4 Onderzoeksmethoden per deelvraag	24
2.4.1 Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van watergift?	24

2.4.2	Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van mineralengebruik?	24
2.4.3	Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van gewasbescherming?	24
2.4.4	Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van kwaliteit?	24
2.4.5	Wat zijn de kosten en baten van de toepassing van fertigatie?	24
3.	Resultaten	25
3.1	Effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van watergift.....	25
3.1.1	Zonder water geen aardappelen	25
3.1.2	Belang van waterkwaliteit.....	25
3.1.3	Water beter benutten	26
3.1.4	Vochtsensoren helpen teelten te perfectioneren	27
3.1.5	Watergiftstrategieën	28
3.1.6	Voordelen op moeilijk te beregenen percelen.....	29
3.1.7	Regenwater wordt beter opgenomen	29
3.2	Effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van mineralengebruik	29
3.2.1	Rendement in droge jaren het hoogst.....	29
3.2.2	Mineralen beter benutten	29
3.2.3	Bemestingsstrategieën	30
3.2.4	Betere opname van stikstof en fosfaat.....	30
3.2.5	Reduceren afspoeling van nutriënten	31
3.3	Effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van gewasbescherming	31
3.3.1	Stress verminderen.....	31
3.3.2	Verlagen van de ziektedruk door het verkorten van de bladnatperiode.....	32
3.4	Effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van kwaliteit	32
3.4.1	Onderwatergewicht.....	32
3.4.2	Maatsortering	33
3.4.3	Schilafwijking: schurft.....	33
3.4.4	Groeischeuren en groene harten	34
3.4.5	Holheid	34
3.4.6	Groene knollen.....	34
3.4.7	Onderhuidse blauwverkleuring.....	34
3.4.8	Doorwas en glazigheid.....	35
3.5	Kosten en baten van de toepassing van fertigatie.....	35
3.5.1	Systeem	35
3.5.2	Besparing op meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen.....	36
3.5.3	Meeropbrengst	37

3.5.4	Kwaliteit	37
3.5.5	Arbeid	37
3.5.6	Kosten en baten praktijkproef.....	38
3.5.7	Kosten beregenen	38
3.5.8	Kosten en baten	38
4.	Discussie	39
4.1	Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van watergift?.....	39
4.2	Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van mineralengebruik?.....	40
4.3	Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van gewasbescherming?	40
4.4	Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van kwaliteit?	41
4.5	Wat zijn de kosten en baten van de toepassing van fertigatie?	41
5.	Conclusie	42
5.1	Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van watergift?.....	42
5.2	Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van mineralengebruik?.....	43
5.3	Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van gewasbescherming?	44
5.4	Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van kwaliteit?	44
5.5	Wat zijn de kosten en baten van de toepassing van fertigatie?	45
5.6	Beantwoording hoofdvraag.....	45
6.	Aanbevelingen	46
6.1	Systeem optimaliseren.....	46
6.2	Waterkwaliteit.....	46
6.3	Sensoren goed gekalibreerd en mogelijk in verbinding met fertigatiesysteem en gewasgroeimodellen.	46
6.4	Geschikte meststoffen	46
6.5	Circulair systeem	47
6.6	Onderzoek naar de effecten op gewasbescherming	47
6.7	Onderzoek hoe fertigatie en precisielandbouw samen kunnen gaan.....	47
	Bibliografie.....	48
	Bijlage 1: Vragen interview	52
	Bijlage 2: Uitwerking interview J. Aarnoudse.....	53
	Bijlage 3: Uitwerking interview A. van Spengen.....	54
	Bijlage 4: Uitwerking interview J. Willemse	55
	Bijlage 5: Uitwerking interview C. van Dam	57
	Bijlage 6: Uitwerking interview J. Waverijn	59
	Bijlage 7: Uitwerking interview L. den Hartog.....	60
	Bijlage 8: Uitwerking interview A.J. Kardux	61

Bijlage 9: Uitwerking interview A.J. Broere.....	63
Bijlage 10: Uitwerking interview T. Zijlmans	65
Bijlage 11: Uitwerking interview F. Franzen.....	66
Bijlage 12: Uitwerking interview D. Bakker.....	68
Bijlage 13: Uitwerking interview F. Verwer.....	69
Bijlage 14: Teeltbeschrijving Agria.....	71
Bijlage 15: Data vanuit procescomputer.....	73
Bijlage 16: Data vochtsensoren.....	74
Aardappel voor	74
Aardappel achter	75
Aardappel achter droog.....	76
Bijlage 17: Resultaten proefrooiing	77
Bijlage 18: Kwaliteitsnormen fritesaardappelen	78

Samenvatting

Friet staat wereldwijd op het menu en de aardappel is daardoor zeer gewild. Voor veel akkerbouwers is de teelt van aardappelen een belangrijk onderdeel van het bouwplan. Ondanks de stijgende populariteit van de aardappel lopen telers in Nederland tegen een aantal grenzen aan. Zo maken klimaatverandering en wetgeving dat het telen van aardappelen topsport wordt. Daar komt bij dat de consumenten en afnemers steeds kritischer worden. Ook het tekort aan arbeidskrachten zet de sector onder druk. Dit vraagt om toekomstbestendige en rendabele teeltsystemen.

Met enige regelmaat worden er via vakbladen artikelen gepubliceerd over de mogelijkheden van fertigatie in de akkerbouw. Fertigatie is een combinatie van irrigatie en bemesting door middel van één systeem. De meststoffen komen door middel van druppelslangen terecht in de wortelzone. Bij dit systeem kan de dosering van water en meststoffen exact worden ingesteld waardoor een hoge efficiëntie kan worden behaald. Dit systeem wordt op dit moment veel gebruikt in de tuinbouw.

Er is daarom onderzocht welke mogelijke voordelen de toepassing van fertigatie kan bieden ten opzichte van traditionele teeltsystemen in de gangbare teelt van fritesaardappelen op kleigrond in het zuidwesten van Nederland. Dit is gedaan aan de hand van de effecten op de watergift, bemestingsgift, gewasbescherming, kwaliteit en ten slotte de kosten en baten.

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag is een combinatie gemaakt van een praktijkproef en een literatuuronderzoek. Verder is een aantal deskundigen om een bijdrage gevraagd middels interviews.

Naar aanleiding van verschillende onderzoeken valt te concluderen dat ondanks de stijging van de opbrengst, evenals de daling van de benodigde bemesting en gewasbescherming, de kosten van fertigatie niet opwegen tegen de baten. Daarentegen kan de kwaliteit van het gewas wel worden verbeterd doordat gedurende het gehele groeiseizoen geleidelijk water en meststoffen worden gegeven. Fertigatie biedt het meeste perspectief in een droog jaar en is kansrijk in gebieden met beperkte of dure zoetwaterbronnen.

Er wordt echter geadviseerd om verder onderzoek te starten naar de mogelijkheden van fertigatie in de akkerbouwsector. Fertigatie blijkt een systeem met perspectieven maar wordt nog maar op kleine schaal toegepast. Door middel van verdere onderzoeken kan het systeem mogelijk worden geoptimaliseerd en daarmee klaar worden gemaakt voor de praktijk. Hierbij vragen vooral de onderwerpen waterkwaliteit, sensoren, gewasgroeimodellen en meststoffen aandacht.

Abstract

Fries are on the menu globally and the potato is therefore very popular. For many arable farmers, the cultivation of potatoes is an important part of the business. Despite the increasing popularity of the potato, growers in the Netherlands are running into a number of limits. For example, climate change and legislation make the potato grow top sport. In addition, consumers and customers are becoming increasingly critical. The labour shortage is also putting pressure on the sector. This requires future-proof and cost-effective cultivation systems.

Articles on the possibilities of fertigation in arable farming are regularly published through professional journals. Fertigation is a combination of irrigation and fertilization through a single system. The fertilizers end up in the root zone by means of droplets. With this system, the dosage of water and fertilizers can be precisely adjusted so that high efficiency can be achieved. This system is currently widely used in horticulture.

It has therefore been investigated what possible advantages can be offered by the application of fertigation over traditional cultivation systems in the common cultivation of french fries potatoes on clay soil in the south-west of the Netherlands. This has been done on the basis of the effects on waterowment, fertilisation, crop protection, quality and finally the costs and benefits.

To answer the research question, a combination was made of a practical test and a literature study. Furthermore, a number of experts have been asked for a contribution through interviews.

Following several studies, it can be concluded that despite the increase in yields, as well as the decrease in the required fertilization and crop protection, the costs of fertigation do not outweigh the benefits. On the other hand, the quality of the crop can be improved by gradually giving water and fertilisers throughout the growing season. Fertigation offers the most perspective in a dry year and is promising in areas with limited or expensive freshwater sources.

However, it is recommended to launch further research into the possibilities of fertigation in the arable sector. Fertigation turns out to be a system with perspectives but is only applied on a small scale. Further research may enable the system to be optimised and thus prepared for practice. The topics of water quality, sensors, crop growth models and fertilizers are particularly important.

1. Inleiding

Friet staat wereldwijd op het menu en de aardappel is daardoor zeer gewild. Voor veel akkerbouwers is de teelt van aardappelen een belangrijk onderdeel van het bouwplan. Ondanks de stijgende populariteit van de aardappel lopen telers in Nederland tegen een aantal grenzen aan. Zo maken klimaatverandering en wetgeving dat het telen van aardappelen topsport wordt. Daar komt bij dat de consumenten en afnemers steeds kritischer worden. Voldoende voedsel, hoogwaardige kwaliteit, duurzaam geproduceerd en dat voor een betaalbare prijs. Dat is wat iedereen wil en betekent zoeken naar een balans. (Merrienboer, Friet staat wereldwijd op het menu, sd)

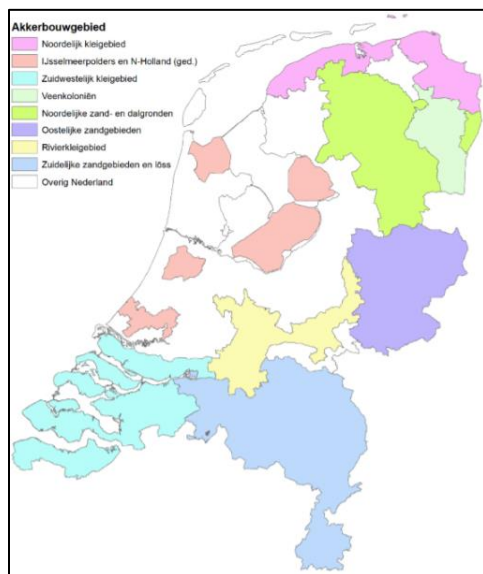
Nederlandse akkerbouw

Nederland is verdeeld in een achttal akkerbouwregio's, zoals weergegeven in afbeelding 1.1. Het totale areaal akkerbouwgrond omvat zo'n 536.000 hectare. (Voskuilen, 2019) Elke regio wordt getypeerd door een bepaald landschap, grondsoort of bouwplan. Ongeveer de helft van het akkerbouwareaal ligt op kleigrond, de andere helft op zandgrond. Dit verschil in grondsoort bepaalt een deel van de verschillen in bouwplan en bedrijfsvoering in de akkerbouwgebieden. (Smit B. , 2018)

De zuidwestelijke klei

Het Zuidwestelijk kleigebied omvat 18 procent van de totale Nederlandse akkerbouwgrond en is daarmee een van de grootste akkerbouwgebieden van het land. Het gebied bestaat uit de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden en West-Brabant. Het totale areaal akkerbouwgrond in dit gebied is ongeveer 141.500 hectare. Het 'eiland-karakter' bepaalt sterk het landschap in dit gebied. De verschillende eilanden worden omgeven door dijken en binnen de dijken is het landschap op de dorpen na open. Zoals weergegeven in afbeelding 1.2 bestaat het grootste gedeelte van het Zuidwestelijke kleigebied uit, de naam zegt het al, zeeklei en zavelgrond.

De belangrijkste akkerbouwgewassen in Nederland zijn granen, aardappelen, suikerbieten en groenten. Van deze laatste groep hebben de uien het grootste aandeel. Het grootste aandeel akkerbouwgewassen bevindt zich in het Zuidwestelijk kleigebied. Om deze reden is ervoor gekozen om in dit rapport specifiek op deze regio te richten. In dit gebied bestaat het gemiddelde bouwplan uit een 1 op 4 rotatie met consumptieaardappelen, graszaad/zaaiuien, suikerbieten en winter tarwe. Het gemiddelde areaal per bedrijf in het gebied is 48 hectare. (Smit B. , 2018)



Afbeelding 1.1: Akkerbouwgebieden in Nederland (Smit B. , 2018)



Afbeelding 1.2: Grondsoortenkaart Nederland (Wageningen University & Research, Grondsoortenkaart, sd)

De aardappel, de kurk van de Nederlandse akkerbouw

De aardappel wordt wel de kurk van de Nederlandse akkerbouw genoemd. Gemiddeld komt 50 procent van het inkomen in de akkerbouw uit de teelt van dit gewas. De teelt van aardappelen vraagt echter een hoog kennisniveau en inzet van hoogwaardige apparatuur. Op wereldniveau speelt Nederland stevig mee in deze kennis en techniek. Door het gematigde zeeklimaat in Nederland zijn de omstandigheden ideaal voor de teelt van hoogwaardige aardappelen.

Er kan gesteld worden dat overal in Nederland waar de grond geschikt is voor aardappelteelt, aardappelen worden geteeld. De aardappel vraagt luchtige grond waarin de knollen gemakkelijk gepoot kunnen worden, dat bij de oogst goed uiteenvalt en waaruit de aardappelen gemakkelijk gerooid kunnen worden. In de praktijk betekent dit dat de aardappel in bijna alle akkerbouwgebieden in Nederland wordt geteeld, met uitzondering van delen van het Rivierkleigebied en het Oldambt.

Aardappelen zijn onder te verdelen in pootaardappelen, zetmeelaardappelen en consumptieaardappelen. Consumptieaardappelen zijn vervolgens te verdelen in tafelaardappelen, zo'n 10 procent, en aardappelen voor de industrie. Industrieaardappelen worden grotendeels gebruikt voor de productie van friet en chips, een klein gedeelte voor vlokken. Industrieaardappelen dienen onderscheiden te worden van zetmeelaardappelen die geteeld worden om de inhoudsstoffen zetmeel en eiwit te verwaarden in foodproducten en non-foodproducten. De verdeling van aardappeltypen over Nederland is deels historisch gegroeid en hangt deels samen met technische aspecten zoals grondsoort en klimaat. Zowel pootaardappelen als consumptieaardappelen hebben op kleigrond gemiddeld een betere kwaliteit zoals kiemkracht, smaak en bewaarbaarheid.

In het verdere van dit rapport zal specifiek worden ingegaan op consumptieaardappelen voor de fritesindustrie en worden pootaardappelen en zetmeelaardappelen verder buiten beschouwing gelaten. Het aantal fritesaardappeltelers in Nederland is niet bekend. Dit komt omdat fritesaardappelen samen met tafelaardappelen worden onderverdeeld in één categorie: de consumptieaardappelen. Consumptieaardappelen worden voornamelijk geteeld in de Flevopolders, het Zuidwestelijk kleigebied, op de Noordelijke, Oostelijke en Zuidelijke zandgronden en waar mogelijk op rivierkleigronden. Van de totale consumptieaardappelteelt in Nederland wordt ongeveer driekwart op kleigrond geteeld. Het totale areaal aardappelen in Nederland is 164.000 hectare waarvan 36.000 in het Zuidwestelijk kleigebied. (Smit B. , 2018)

De grote vier

De afzet van industrieaardappelen gaat voor het overgrote deel naar de vier wereldspelers op het gebied van de fritesproductie, die tevens alle vier in Nederland actief zijn: McCain, Farm Frites, LambWeston Meijer en Aviko. De eerste drie zijn private bedrijven, Aviko is een dochter van boerencoöperatie Cosun. Naast deze vier grote spelers is er een grote hoeveelheid kleinere afnemers, waarvan een deel korte lijnen heeft met de telers. Een voorbeeld hiervan is snackbar Bram Ladage in Rotterdam, die rechtstreeks aardappelen afneemt van specifieke aardappeltelers in de Hoekse Waard. In dat geval is er sprake van 'preferred suppliers' met specifieke producteisen vanuit de verwerker maar met daartegenover een bepaalde afnamegarantie en meerprijs. De vier grote spelers kopen de aardappelen ook voor een groot deel rechtstreeks in bij de telers en bij voorkeur via contracten. In dat geval ligt het risico echter in de meeste gevallen bij de telers, is er geen meerprijs en worden in een jaar met hogere opbrengsten de 'meeraardappelen', dus bovenop de leveringsplicht, tegen dagprijs afgenomen. (Smit B. , 2018)

Nederland kent dus een grote aardappelverwerkende industrie. Hoewel Nederland zelf veel consumptieaardappelen produceert, het laatste decennium gemiddeld 3,4 miljoen ton per jaar, wordt jaarlijks een volume van zo'n 1,5 miljoen ton aardappelen geïmporteerd. Door de Nederlandse productie en het importaanbod te combineren kunnen de grote marktpartijen zoals McCain, Farm Frites, LambWeston Meijer en Aviko tot een optimaal gebruik van productiecapaciteit komen en daarmee de positie op de wereldmarkt behouden. In totaal worden al deze aardappelen verwerkt tot ongeveer 1,8 miljoen ton voorgebakken frites per jaar. (Janssens B. , 2020)

Wereldwijde honger naar friet

De handel in diepgevroren verwerkte aardappelen wereldwijd, is de afgelopen jaren enorm gegroeid van ongeveer 4 miljoen ton in 2007 tot meer dan 7 miljoen ton in 2017. Het grootste deel van deze groei vond plaats door een toename van de consumptie in Azië, het Midden-Oosten en Latijns-Amerika. Deze toename in consumptie is het gevolg van hogere besteedbare inkomens, een groeiende middenklasse, verstedelijking en de uitbreiding van fastfoodketens in deze landen. (Merrienboer, World Potato Map 2019: Fries Are on the Menu Globally, 2019)

Hoewel aardappelen bijna overal ter wereld groeien, zijn er slechts vier landen met een aanzienlijke sector voor diepgevroren verwerkte aardappelen: Nederland, België, Canada en de Verenigde Staten. Samen exporteren deze landen meer dan 80 procent van alle diepgevroren verwerkte aardappelen. De consumptiegroei in het afgelopen decennium kwam vooral de producenten van verwerkte aardappelen in Nederland en België ten goede. De export tussen 2007 en 2017 verdubbelde in deze beide landen. Ook de aardappeltelers in de beide landen plukten de vruchten van deze ontwikkeling door een grotere vraag. (Merrienboer, World Potato Map 2019: Fries Are on the Menu Globally, 2019)

De wereldwijde consumptie van bevroren aardappelproducten zal in de komende jaren verder groeien. Deze consumptie leidt naar verwachting tot een extra vraag van 1,9 miljoen ton consumptieaardappelen tot 2022. Om aan deze vraag te voldoen zal het areaal consumptieaardappelen in Noordwest-Europa moeten toenemen. Of het volgende decennium net zo succesvol zal zijn als het vorige, hangt af van hoe de aardappelsector in Noordwest-Europa zal omgaan met uitdagingen op het gebied van bodemkwaliteit, verscherping van milieunormen, prijsvorming en toenemende spanningen in de wereldhandel, die de stroom van aardappelen over de hele wereld belemmeren. (Merrienboer, De wereldwijde honger naar friet, 2018)

Aardappelteelt blijft topsport in Nederland

Om efficiënt bevroren aardappelproducten te produceren, is hoogwaardige aardappelteelt nodig. Europa en Noord-Amerika beschikken over een klimaat en bodem die erg geschikt zijn voor de aardappelteelt. Daarnaast hebben telers in deze continenten geïnvesteerd in kennis, mechanisatie, irrigatie en opslagmogelijkheden. Als gevolg hiervan behoren de opbrengsten per hectare in deze landen tot de wereldtop. Ook Nederland speelt hier, zoals eerder benoemd, stevig in mee. Ondanks de stijgende populariteit van de aardappel, lopen aardappeltelers in Nederland tegen een aantal grenzen aan. Zo is de beschikbaarheid van grond beperkt en stagneren aardappelopbrengsten per hectare. Daarnaast komt de aardappelteelt als gevolg van klimaatverandering onder druk te staan, zijn er zorgen om bodemgezondheid en biodiversiteit en wordt het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen binnen de akkerbouw verder beperkt. Daarentegen ondersteunt de groeiende vraag naar consumptieaardappelen op lange termijn het prijsniveau. Hierdoor liggen er voor Nederlandse aardappeltelers kansen om in te spelen op deze ontwikkelingen en mogelijk verder te ontwikkelen op het gebied van kostprijs en kwaliteit. (Merrienboer, Friet staat wereldwijd op het menu, sd)

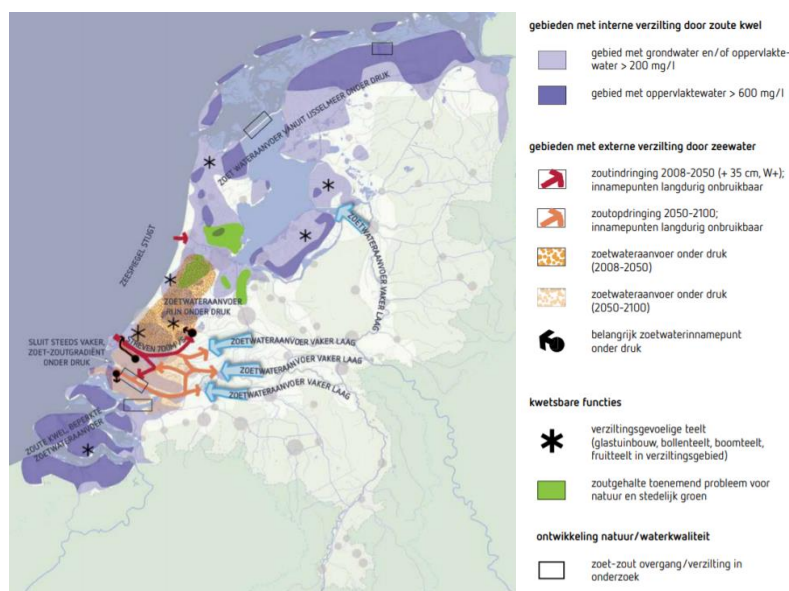
Het klimaat verandert

Het zal niemand ontgaan zijn: de zomers van 2018 en 2019 waren droog en warm. Op 25 juli 2019 werd zelfs een nieuw nationaal temperatuurrecord gevestigd van 40,7 graden. Deze temperatuur werd gemeten in het Noord-Brabantse Gilze-Rijen. Nog nooit eerder kwam de temperatuur in Nederland boven de 40 graden. (KNMI, 2019)

Dit record is een van de manieren waarop de klimaatverandering duidelijk merkbaar wordt. Klimaatverandering brengt echter meer gevolgen met zich mee. Het weer wordt extremer, de zeespiegel stijgt en de bodem daalt. Hoe het weer er de komende jaren uit gaat zien, is niet te voorspellen. Wat zeker is, is dat deze weersextremen vaker zullen voorkomen in de toekomst. Het gaat dan niet alleen om hitte en droogte, maar ook om natte perioden met hevige neerslag. Hoe groter deze weersextremen, hoe lastiger het wordt om hierop te anticiperen. Klimaatverandering treft de landbouw. Zo is er sprake van verminderde gewasopbrengsten en/of kwaliteitsverlies door extreme neerslag of juist droogteperioden op plaatsen met onvoldoende waterbeschikbaarheid. (Ministerie van Landbouw, 2020)

Goede watervoorziening cruciaal

Zoals weergegeven in afbeelding 1.3 is het grondwater in Nederland op veel plaatsen brak tot zout. Door het onttrekken van water stroomt zout water langzaam naar de oppervlakte. Dit proces wordt verzilting genoemd en kan negatieve effecten geven in de landbouw doordat de meeste landbouwgewassen niet bestand zijn tegen zout water. Door de stijging van de zeespiegel, klimaatverandering en bodemdaling wordt het proces van verzilting versneld. De verwachting is dan ook dat de verzilting in de toekomst zal toenemen. (Oude Essink, 2009) Wanneer er geen maatregelen worden genomen, zullen in extreme situaties bepaalde gewassen niet meer geteeld kunnen worden in verzilte gebieden.



Afbeelding 1.3: Verzilting in Nederland (Helpdeskwater, 2009)

Water is essentieel voor het effectief gebruik van voedingsstoffen door het gewas. Een goede continue zoetwatervoorziening is daarmee een cruciale voorwaarde voor een kwalitatief en kwantitatief optimale opbrengst. Berekening wordt echter niet alleen toegepast als droogtebestrijding, maar ook om plantmateriaal aan te laten slaan of om nachtvorstschade te voorkomen.

In Nederland wordt op gemiddeld 25 procent van de landbouwbedrijven beregend. In droge jaren ligt dit percentage logischerwijs hoger dan in natte jaren. Daarnaast zijn de verschillen tussen gebieden groot. Zo wordt er op zandgronden relatief sneller beregend dan op andere grondsoorten. De belangrijkste bronnen voor beregeningswater zijn grondwater, oppervlaktewater en leidingwater. Grondwater is echter niet overal in voldoende mate en kwaliteit aanwezig. Daarnaast zijn er een aantal gebieden in Nederland waar geen zoet oppervlaktewater wordt aangevoerd, zoals de Waddeneilanden en delen van Zeeland. Ten slotte zijn er via wetgeving en regelgeving randvoorwaarden aan het beregenen van gewassen gesteld. Zo dient men bij beregening met oppervlaktewater rekening te houden met ziekten zoals bruinrot en ringrot. Als aardappelplanten worden beregend met oppervlaktewater waarin bruinrotbacteriën voorkomen, is de oogst als verloren te beschouwen. In afbeelding 1.4 zijn deze verbodsgebieden bruinrot en ringrot weergegeven. Goed beregeningswater is dus een schaars product waar zuinig mee moet worden omgegaan.

(Massop, Schuiling, & Veldhuizen, 2013)



Afbeelding 1.4: Verbodsgebieden bruinrot en ringrot in Nederland (Massop, Schuiling, & Veldhuizen, 2013)

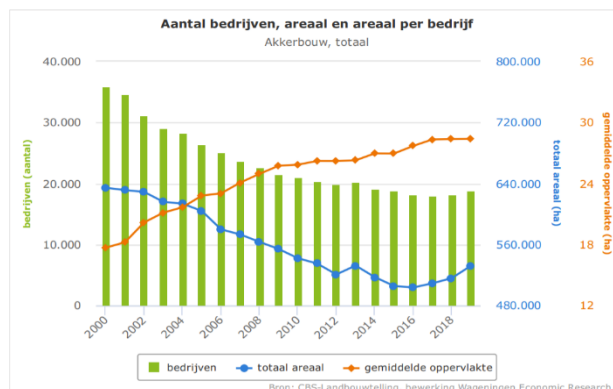
‘Nooit meer oorlog. Nooit meer honger.’

Deze uitspraak van Sicco Mansholt typeert de periode vlak na de Tweede Wereldoorlog. In deze periode dreigt een voedseltekort waardoor sturen op kwantiteit het belangrijkste doel is. Mansholt zag een Europees landbouwbeleid als de weg om voor voedselzekerheid te zorgen in Europa. Tegelijkertijd is het doel om het welzijn van de boeren te verbeteren. In de periode die hierop volgde, ontwikkelde de mechanisatie steeds meer. Ook kwam de chemische gewasbescherming steeds meer op gang. Door deze ontwikkelingen steeg de oogstzekerheid en veranderde schaarste in overvloed. (Sicco Mansholt, Een goede Europeaan, sd)

Tegenwoordig is een hele andere trend zichtbaar. De consument vindt het steeds belangrijker om te weten waar voedsel vandaan komt. Daarnaast staat het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen steeds meer onder druk. Consumenten achten chemische gewasbeschermingsmiddelen ongezond. Ook op het gebied van mineralengebruik dienen telers vandaag de dag aan steeds strengere eisen te voldoen. Daarentegen stellen zowel consumenten als afnemers steeds hogere kwaliteitseisen van landbouwproducten. (Syngenta, sd)

Tekort aan arbeidskrachten zet sector onder druk

In de periode 1950 tot en met 2016 zijn 6 op de 7 landbouwbedrijven verdwenen. (CBS, 2017) Zoals weergegeven in figuur 1.5, worden de bedrijven die standhouden steeds groter. Niet alleen het aantal bedrijven neemt af, ook het aantal arbeidskrachten in de landbouw daalt flink. Het tekort aan werknemers in de landbouw is groot en zet de sector onder druk. Steeds meer telers ervaren het tekort aan arbeidskrachten als een belemmering in de bedrijfsvoering. (Smit P. , 2018)



Figuur 1.5: Aantal bedrijven en areaal (Meulen, 2020)

Aanpassing nodig

Samengevat zijn er een aantal ontwikkelingen zichtbaar. De wereldwijde consumptie van bevroren aardappelproducten stijgt en zal ook de komende jaren verder groeien. Daarentegen kan er worden gesteld dat diverse teelten als gevolg van klimaatverandering, regelgeving op gebied van bemesting en gewasbescherming, beregeningsmogelijkheden en arbeidstekorten onder druk komen te staan. Dit vraagt om toekomstbestendige en rendabele teeltsystemen. Dat wil zeggen dat telers in sommige gevallen moeten inspelen op deze trends door het aanpassen van de bedrijfsvoering. Vooral op het gebied van klimaat zijn op dit moment al een aantal voorbeelden van programma's te noemen waarin aan adaptatie wordt gewerkt. Hierbij kan worden gedacht aan peilgestuurde drainage of gewassen die worden veredeld zodat er zouttolerantie ontstaat. Andere manieren zijn het tegengaan van bodemverdichting voor een betere waterhuishouding en het aanleggen van waterbuffers zodat voldoende zoet water kan worden aangevoerd.

Efficiënt omgaan met beschikbare productiemiddelen

Met enige regelmaat worden er via vakbladen artikelen gepubliceerd over de mogelijkheden van fertigatie in de akkerbouw. Fertigatie is de toepassing van wateroplosbare producten, met name meststoffen, door middel van een irrigatiesysteem. De meststoffen komen door middel van druppelslangen terecht in de wortelzone. Bij dit systeem kan de dosering van water en meststoffen exact worden ingesteld waardoor een hoge efficiëntie kan worden behaald. In de glastuinbouw, fruitteelt en boomteelt is fertigatie eerder regel dan uitzondering. Daarnaast wordt fertigatie in het buitenland, in droge gebieden, veelvuldig toegepast. Er is op dit moment echter weinig kennis over de toepassing van fertigatie in de akkerbouw. Daarentegen is fertigatie wellicht een teeltmethodiek die kansen kan bieden met zicht op het steeds beperkter worden van het gewasbeschermingsmiddelenpakket, verminderen van milieubelasting en beperking van het toepassen van mineralen. (Groen Kennisnet, Perspectief voor fertigatie in buitenteelten, 2016)

Ondanks de onbekendheid van mogelijkheden van fertigatie in de akkerbouw, zijn er een aantal voordelen van het systeem te verwachten. Allereerst is door het gericht watergeven middels fertigatie, ten opzichte van beregeningshaspels of beregeningsbomen, minder water nodig. Daarnaast biedt fertigatie de mogelijkheid om naar behoefte water toe te dienen, tegenover beregenen met een haspel of boom waar de waterhoeveelheden nooit exact kunnen worden gegeven. Verder is er, zoals weergegeven in afbeelding 1.3, in een groot deel van het Zuidwestelijke kleigebied een beperkte zoetwateraanvoer. Er zijn een tweetal oplossingsrichtingen om in te spelen op deze verziltende omstandigheden. De eerste mogelijkheid is om meer zoetwater beschikbaar te maken. De tweede optie is om zuiniger en efficiënter met het beperkt beschikbare zoetwater om te gaan. Fertigatie biedt in deze tweede optie een mogelijkheid.

Ten tweede is secure bemesting mogelijk. Het toedienen van de juiste meststof, op de juiste plaats, in de juiste hoeveelheid en op het juiste moment vraagt precisie. Middels fertigatie kan hier beter op worden gestuurd. De meststoffen worden direct bij de wortels van de plant aangebracht. De verwachting is daarom dat er minder bemesting nodig is in vergelijking met traditionele teeltsystemen. Ten slotte kan middels fertigatie beter gestuurd worden op het groeistadium van het gewas. Doordat meststoffengiften meer over het teeltseizoen worden verdeeld, ontstaat een geleidelijke groei. Stressfactoren in de plant kunnen hierdoor verminderen of voorkomen worden. Tevens is dit milieutechnisch interessant omdat door de geleidelijke gift minder uitspoeling en afspoeling ontstaat.

Ten derde is de verwachting dat door het gericht toepassen van meststoffen en vocht beter te doseren, een positief effect wordt ervaren op de gewasgezondheid. Hoewel fertigatie in eerste instantie alleen gericht lijkt op het voeden van planten en voldoende vochtig houden van de bodem, liggen hier echter ook kansen op het gebied van gewasbescherming. Door de gelijkmatigere groei, is de verwachting dat de vatbaarheid voor ziekten en plagen wordt verlaagd. Hierdoor ervaart de plant minder stress en is een andere gewasbeschermingsstrategie mogelijk. Met het wegvallen van steeds meer gewasbeschermingsmiddelen en beperking van de toepassingsmogelijkheden biedt fertigatie in dat geval zeker kansen. Daarnaast is een groot voordeel van de toepassing van fertigatie dat het gewas droog blijft tijdens het watergeven. De kans op schimmelinfecties zal hierdoor afnemen. Hierbij moet als risico worden meegenomen dat weersinvloeden, te noemen neerslag, niet te beïnvloeden zijn. (Verwer, 2020)

Ten slotte worden ook op het gebied van kwaliteit voordelen verwacht van het fertigatiesysteem. Kwaliteit in fritesaardappelen wordt gekenmerkt door een aantal aspecten zoals maatsortering, bakkleur en bakkwaliteit. De bakkwaliteit van aardappelen wordt bepaald aan de hand van het onderwatergewicht. Het onderwatergewicht is een weergave van de hoeveelheid zetmeel in de aardappelen. Voor een goede bakkwaliteit is een minimaal onderwatergewicht van 360 gram gewenst. Wanneer het onderwatergewicht onder de 360 gram ligt bevatten de aardappelen te weinig zetmeel. Dit resulteert in slappe, vette friet. Het onderwatergewicht mag daarentegen ook niet te hoog zijn. Dit resulteert in droge, harde friet. Voor fritesaardappelen is daarom een onderwatergewicht tussen de 360 en 420 gram gewenst. Een hogere stikstofgift geeft een lager onderwatergewicht. Middels fertigatie wordt naar verwachting minder bemesting toegediend waardoor een hoger onderwatergewicht ontstaat. Dit heeft een positief effect op de kwaliteit.

Samengevat biedt fertigatie dus een aantal mogelijkheden om in te spelen op de bovengenoemde trends. Naast de voordelen zijn er echter ook nadelen van het systeem te verwachten. Zo is fertigatie arbeidsintensiever en complexer dan beregenen en bemesten via de conventionele manier. Aan de andere kant vergt beregenen met een haspel of boom ook arbeid. Daarnaast is een trend zichtbaar waarin plaats specifiek meststoffen en gewasbescherming wordt toegediend binnen een perceel. (Kikkert, 2009) Bij fertigatie wordt geen rekening gehouden met de diversiteit binnen een perceel. Iedere plant krijgt evenveel water en meststoffen toegediend. Eigenlijk is dit dus een nadeel van het systeem.

Minder water en meststoffen, een beter gewas

Of fertigatie daadwerkelijk een toekomstbestendig en rendabel teeltsysteem is zal moeten worden onderzocht. Het onderzoek is gericht op de afwegingen die een teler zal maken om wel of niet voor het systeem te kiezen. Het doel van dit rapport is daarom na te gaan welke besparingsmogelijkheden er zijn op het gebied van watergebruik en mineralengebruik. Mogelijk kan fertigatie de kwaliteit verbeteren. De focus ligt daarom op het minimaliseren van de input en op kwaliteitsverbetering. Verder is onderzocht of er voordelen te behalen zijn op het gebied van arbeid. Uiteindelijk zullen de kosten en baten doorslaggevend zijn. Het systeem dient financieel rendabel te zijn om een waardige optie te bieden voor de toekomst.

Dit rapport is gericht op de gangbare fritesaardappeltelers in het Zuidwestelijk kleigebied. Zoals eerder benoemd in de paragraaf 'De aardappel, de kurk van de Nederlandse akkerbouw' komt gemiddeld 50 procent van het inkomen in de akkerbouw uit de teelt van aardappelen. Verder wordt het grootste aandeel akkerbouwgewassen in het Zuidwestelijk kleigebied geteeld. Om deze reden is ervoor gekozen om in dit rapport specifiek op deze regio te richten. Tevens is er in een groot deel van het Zuidwestelijke kleigebied een beperkte zoetwateraanvoer. Hierdoor hebben telers in dit gebied extra belang bij oplossingsmogelijkheden om teelten in de toekomst te waarborgen. Het rapport zal echter niet enkel aan telers in verzilde gebieden in de regio worden gericht. Verder is ervoor gekozen om in dit onderzoek enkel op gangbare telers te richten. Dit omdat de teelt van biologische aardappelen sterk afwijkt van gangbare aardappelen in onder andere bemesting, gewasbescherming en kostprijs. Hierdoor zullen de afwegingen voor een teeltsysteem ook verschillend zijn. Door deze afbakening kan specifiek worden ingegaan op onderwerpen zoals bemesting en kwaliteit. In dit rapport zal het fertigatiesysteem worden vergeleken met een traditioneel teeltsysteem, dus met bemesting door middel van strooien en beregening met een beregeningskanon. Aan de hand van deze gegevens is de volgende hoofdvraag geformuleerd:

Welke mogelijke voordelen biedt de toepassing van fertigatie ten opzichte van traditionele teeltsystemen in de gangbare teelt van fritesaardappelen op kleigrond in het zuidwesten van Nederland?

De hoofdvraag zal worden beantwoord aan de hand van een aantal deelvragen. De focus van dit rapport ligt, zoals eerder benoemd, op het minimaliseren van de input en op kwaliteitsverbetering. Met dit als uitgangspunt zijn de volgende deelvragen opgesteld:

1. Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van watergift?
2. Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van mineralengebruik?
3. Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van gewasbescherming?
4. Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van kwaliteit?
5. Wat zijn de kosten en baten van de toepassing van fertigatie?

Om antwoord te kunnen geven op de deelvragen, en daarmee uiteindelijk op de hoofdvraag, is een combinatie gemaakt van een praktijkproef en een literatuuronderzoek. Verder is een aantal deskundigen om een bijdrage gevraagd middels interviews. Hierbij is informatie verzameld uit de gehele keten. Zo zijn zowel telers, teeltadviseurs, leveranciers en afnemers geïnterviewd. Dit is verder beschreven in hoofdstuk twee.

Ondanks dat fertigatie (nog) niet op grote schaal wordt toegepast in de akkerbouw, is de verwachting dat het systeem in de toekomst mogelijk rendabel zou kunnen zijn. Het is daarom van belang dat er praktisch onderzoek zal worden opgezet naar de mogelijkheden. Hiervoor is in samenwerking met Broere Berekening, Delphy, Landbouwbedrijf Franzen en Van Iperen B.V. een praktijkproef opgezet, waarbij in een van de fritesaardappelpercelen van het landbouwbedrijf fertigatie is aangelegd. Omdat het een praktijkperceel betreft zijn er geen verschillende objecten aangelegd. Doordat dit een eenjarig onderzoek is, zijn enkel de resultaten van deze proef onvoldoende betrouwbaar om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag. Om uiteindelijk dus tot een voldoende onderbouwd antwoord te komen zullen meer onderzoeken moeten plaatsvinden. Daarom is naast de verkregen informatie uit de praktijkproef, ook gebruik gemaakt van literatuurstudies.

De meeste onderzoeken die gedaan zijn naar de mogelijkheden van fertigatie in de akkerbouw zijn een aantal jaren oud. Hierdoor zijn deze gegevens niet altijd even betrouwbaar. Deze onderzoeken zijn veelal gedaan op proefveldniveau waardoor de uitkomsten veelal niet een-op-een over te nemen zijn in de praktijk. Om deze reden is gekozen voor een combinatie van literatuurstudies, waar mogelijk recente proefveldgegevens, interviews en een eigen praktijkproef.

Dit rapport is onderverdeeld in een zestal hoofdstukken. In hoofdstuk 2 zal allereerst de werkwijze beschreven worden waarop de deelvragen beantwoord zullen worden. Aan de hand van deze gegevens kan uiteindelijk antwoord worden gegeven op de hoofdvraag. Vervolgens zijn in hoofdstuk 3 de resultaten op de deelvragen beschreven. Hierop volgt de discussie op deze resultaten in hoofdstuk 4. Vervolgens is in hoofdstuk 5 per deelvraag een conclusie gegeven, gevolgd door de conclusie op de hoofdvraag. Verder zijn in hoofdstuk 6 een aantal aanbevelingen gegeven voor verder onderzoek. Ten slotte zijn er een aantal bijlagen aan dit rapport toegevoegd. In de eerste bijlage is de vragenlijst opgenomen voor de interviews die zijn afgenomen. Vervolgens zijn in de bijlagen 2 tot en met 13 deze interviews uitgewerkt. In bijlage 14 is de teeltbeschrijving van het ras Agria uit de praktijkproef weergegeven. Voor de data vanuit de procescomputer en vochtsensoren wordt verwezen naar de bijlagen 15 en 16. In bijlage 17 zijn de resultaten van de proefrooiing vanuit de praktijkproef weergegeven. Ten slotte zijn in bijlage 18 de kwaliteitsnormen voor fritesaardappelen beschreven.

2. Materiaal en methode

In dit hoofdstuk is beschreven op welke wijze de deelvragen beantwoord zijn. Door middel van de deelvragen is uiteindelijk antwoord gegeven op de hoofdvraag. Voor het beantwoorden van de hoofdvraag is een kwalitatief onderzoek uitgevoerd. Dat wil zeggen dat het onderzoek beschrijvend van aard is. Verder is de onderzoeksvraag beantwoord op basis van ervaringen, interviews en observaties. (Swaen, 2013) Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag is een combinatie gemaakt van een praktijkproef en een literatuuronderzoek. Verder is een aantal deskundigen om een bijdrage gevraagd middels interviews. Deze aanpak is in de paragrafen 2.1 tot en met 2.4 beschreven. Binnen dit rapport zijn een aantal variabelen onderzocht. Op basis van deze variabelen zijn ook de deelvragen geformuleerd. Aan het eind van dit hoofdstuk is per deelvraag aangegeven hoe hierop antwoord is verkregen. Deze structuur is ook in de volgende hoofdstukken toegepast.

2.1 Proefopzet

In deze paragraaf is de opzet van de praktijkproef beschreven. Het doel van de praktijkproef is om antwoord te geven op de vraag of fertigatie voordelen kan bieden ten opzichte van reguliere, gangbare bemesting en beregening met een beregeningskanon. Daarnaast is het doel van deze proef om in beeld te krijgen waar, naar de toekomst, aandachtspunten liggen voor dit teeltconcept. In deze proef is een samenwerking ontstaan tussen Franzen landbouwbedrijf, Broere Beregening B.V., Delphy en Van Iperen B.V. Allereerst is de inbreng van deze verschillende projectpartners beschreven. Vervolgens zal de werking van het systeem worden benoemd. Ten slotte is de opzet van de proef beschreven.

2.1.1 Projectpartners

Franzen landbouw is van origine een akkerbouwbedrijf, gevestigd op het eiland Goeree-Overflakkee. Op het bedrijf worden verschillende gewassen geteeld waaronder aardappelen, suikerbieten, tarwe, graszaad, witlof, conserven en uien. Hoewel het akkerbouwbedrijf de kernactiviteit van het bedrijf is, is het bedrijf actief op vele vlakken van de agrarische sector. Zo verleent het bedrijf diensten in het agrarisch loonwerk en worden opslagmogelijkheden geboden voor agrarische producten. Daarnaast is het bedrijf actief in de aankoop en verkoop van aardappelen en heeft het mogelijkheden voor het sorteren en verpakken van producten. Ook levert het bedrijf compost, biomassa en champost via een aparte bedrijfstak: Comgoed.

Broere Beregening is sinds 1992 actief als expert op het gebied van beregening en irrigatie. Het bedrijf is gevestigd in Waddinxveen. Broere biedt expertise in het toepassen van beregening van landbouwgrond, tuinbouwgrond, kassen, maneges en sportvelden. Daarnaast worden ook toepassingsmogelijkheden voor siertuinen en particulieren aangeboden. In al deze sectoren worden niet enkel de beregeningsproducten aangeboden, ook wordt hulp geboden in de aanleg en het onderhoud van de systemen. Binnen dit project levert Broere de technische apparatuur inclusief begeleiding hiervan. Voor Broere is dit de eerste ervaring met fertigatie in Nederland op deze schaal.

Delphy is een onafhankelijk adviesbureau. De kern van het bedrijf is om kennis te ontwikkelen over het telen van gewassen en het optimaliseren van teeltomstandigheden. Door kennisontwikkeling op eigen praktijklocaties wordt geprobeerd telers te voorzien van actuele kennis en inzichten. Deze kennis is op gebied van teelt, mechanisatie, automatisering, ICT-toepassingen en het monitoren van teelt op afstand. Vervolgens wordt deze kennis gedeeld met telers door middel van advies, teeltconcepten en trainingen. Binnen dit project zal Delphy kennis aanbieden op het gebied van teelt.

Van Iperen B.V. is een van de toonaangevende leveranciers in de Nederlandse agrarische sector. Het bedrijf is actief in de sectoren akkerbouw, tuinbouw, fruitteelt, bloembollenteelt en groenvoorziening. Het doel is om klanten te faciliteren om de teelt van gewassen op een hoger niveau te krijgen. Van Iperen adviseert de telers uit deze verschillende sectoren over de toepassing van onder andere meststoffen en gewasbeschermingsproducten om zo gezonde gewassen te telen en opbrengsten te verhogen. In dit project biedt Van Iperen kennis op het gebied van bemesting en waterkwaliteit.

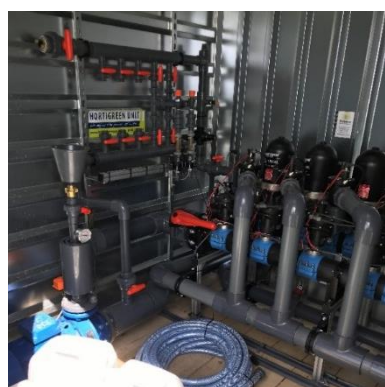
2.1.2 Systeemomschrijving

Fertigatie is de toepassing van wateroplosbare producten, met name meststoffen, door middel van een irrigatiesysteem. De meststoffen komen door middel van druppelslangen terecht in de wortelzone. Op het gebied van druppelslangen zijn veel verschillende aanbieders. De druppelslangen, ook wel driplines genoemd, kunnen variëren in de diameter van de slang, wanddikte en afstand van de druppelpunten. In deze proef is gekozen voor een zogenaamd Surface druppelsysteem. Dit systeem kan op of enkele centimeters onder de grond worden aangelegd. De driplines die zijn gebruikt hebben een diameter van 22 millimeter en een wanddikte van 0,25 millimeter. Om de 40 centimeter is een druppelpunt aanwezig. De afgifte is 0,6 milliliter per druppelpunt per uur. Verder zijn de driplines voorzien van een uniek labrynt om overal in het systeem een gelijke druk te creëren. Dit is weergegeven in afbeelding 2.1.1. (Spengen, 2019)



Afbeelding 2.1.1: Labrynt

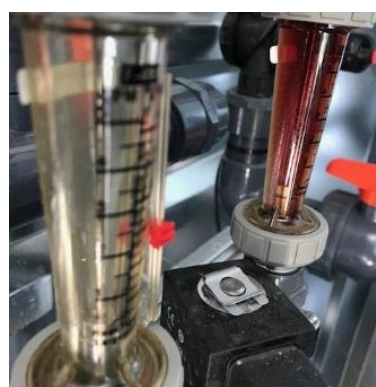
Het fertigatiesysteem bestaat grofweg uit een pompunit en een stelsel van druppelslangen. De pompunit, weergegeven in afbeelding 2.1.2, zorgt voor de wateraanvoer voor het gehele systeem. In deze proef is gebruik gemaakt van oppervlaktewater. Het water wordt door middel van een drijver uit de sloot gezogen. Dit is weergegeven in afbeelding 2.1.3. Wanneer het water de pomp bereikt, zal de druk worden verhoogd. Vervolgens wordt het water gefilterd en wordt het totaal volume gemeten. Net na het filter zit een aftakking op het leidingsysteem naar de meststoffendoseerstraten. Op basis van de EC-waarde van het water zullen meststoffen worden toegevoegd. De EC zal handmatig worden gemeten. Na het toevoegen van de meststoffen wordt de EC die is ontstaan gemeten. De maximale waarde die hierdoor ontstaat zal worden ingesteld. De procescomputer stuurt hierop de hoeveelheid meststoffen die meegezogen kunnen worden. In afbeelding 2.1.4 is de venturi-pomp weergegeven. Hierin worden de meststoffen gedoseerd. Ten slotte gaat het geheel van slootwater en meststoffen door een filter. Hierdoor wordt geprobeerd om zo min mogelijk organische vervuiling in het systeem te krijgen. Het geheel van meststoffen en water gaat door middel van een hoofdleiding naar het perceel. Deze hoofdleiding kan, afhankelijk van de lengte van het perceel, op de kopakker of in het midden van het perceel worden aangelegd. De driplines die in deze praktijkproef zijn gebruikt, kunnen maximaal worden aangelegd tot een lengte van 600 meter. Tot deze lengte ontstaan geen verschillen in afgifte. In dit project is de hoofdleiding op de kopakker geplaatst. Dit is in afbeelding 2.1.5 weergegeven met de blauwe lijn. De druppelleidingen liggen haaks op de hoofdleiding en zullen door middel van koppelingen aan elkaar worden verbonden. (Broere, 2020)



Afbeelding 2.1.2: Pomphuis



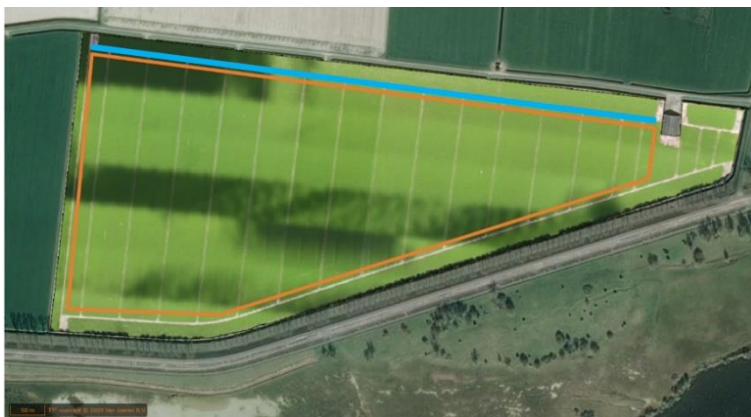
Afbeelding 2.1.3: Drijver



Afbeelding 2.1.4: Venturi-pomp

2.1.3 Proefopzet

In dit onderzoek is, zoals eerder benoemd, een samenwerking opgezet tussen verschillende bedrijven. Landbouwbedrijf Franzen stelt in deze samenwerking een perceel fritesaardappelen ter beschikking. Dit kleigrondperceel is gelegen op het eiland Goeree-Overflakkee, en valt daarmee binnen het afgekaderde gebied. Het perceel is 25 hectare groot en is bijna in het geheel gefertigeerd. Uitzondering zijn de kopakkers en een geer, zoals aangegeven in afbeelding 2.1.5. Deze stukken zullen op de conventionele manier worden beregend en bemest.



Afbeelding 2.1.5: Gefertigeerde gedeelte perceel

2.1.4 Aanleggen van het systeem

Voor het aanleggen van fertigatie in aardappelen zijn verschillende mogelijkheden. Zo kunnen de driplines tussen de ruggen worden aangelegd maar ook op of net in de rug. Voor een optimale vochtvoorziening zal iedere rug van een druppelleiding moeten worden voorzien. In de praktijk varieert de manier van aanleg door het teeltdoel. In deze praktijkproef zijn aardappelen geteeld voor de fritesindustrie. Financieel gezien is het in dit geval niet aantrekkelijk om iedere rug van een druppelslang te voorzien. Om deze reden zijn de driplines daarom op de grond om en om tussen de ruggen aangelegd. Hierbij bedient één dripline dus twee ruggen. Dit is weergegeven in afbeelding 2.1.6. In hoogwaardige teelten, zoals bijvoorbeeld pootgoed, zou ervoor kunnen worden gekozen om de slangen in iedere rug aan te brengen.



Afbeelding 2.1.6: Hoofdleiding wordt uitgesplitst in verschillende driplines

Op dit moment is fertigatie een relatief duur systeem. Het doel van dit project is om te onderzoeken of deze kosten door het systeem kunnen worden terugverdiend. Enkel dan zal fertigatie een waardige optie kunnen bieden voor de toekomst. Door deze wijze van aanleg te hanteren kunnen de kosten van de driplines al worden gehalveerd. Of deze manier van aanleg de ruggen van voldoende vocht voorziet, zal het onderzoek moeten uitwijzen.

2.1.5 Planten

De driplines zijn aangelegd tijdens het all-in-one poten van de aardappelen. Dit is gebeurd door middel van een systeem wat op de pootmachine is gebouwd. Dit systeem is weergegeven in afbeelding 2.1.7.

In deze proef is het ras Agria geplant. Agria is een van de meest gebruikte rassen voor de fritesindustrie en wordt gekenmerkt door langwerpige, geelvlezige aardappelen met een goede bakkwaliteit. Het ras Agria wordt hoofdzakelijk op klei geteeld in het zuidwesten van Nederland. In bijlage 14 is de teeltbeschrijving van Agria weergegeven.



Afbeelding 2.1.7: Aanleggen van de driplines

Voor een optimale opbrengst en kwaliteit is het van belang om de juiste plantafstand en plantdiepte te hanteren. Vanwege de grote verschillen tussen de rassen wordt een specifiek advies per ras gegeven. Het advies voor Agria is om op een normale diepte te planten, dus tussen de 16 en 18 centimeter. Hierbij is de bovenkant van de pootmachine gelijk aan het maaiveld. Verder wordt geadviseerd om de aardappelen te planten bij een minimale bodemtemperatuur van acht graden. Dit zorgt voor een gelijkmatige opkomst. De aardappelen zijn op een afstand van 28 tot 30 centimeter geplant. Voor de volledige teelthandleiding wordt verwezen naar bijlage twee. (Farm Frites, Teeltbeschrijving Agria, 2020)

2.1.6 Watergiftstrategie afgestemd op vochtsensoren

Ter ondersteuning van de watergiftstrategie is gebruik gemaakt van vochtsensoren van het bedrijf RMA, weergegeven in afbeelding 2.1.8. Door gegevens vanuit de sensor, modellen, klimaatgegevens en weersvoorzichten te combineren, wordt een concreet advies gegeven voor irrigatie. Op deze manier kan precies worden gemeten wanneer de aardappelen vocht nodig hebben of juist niet.

De sensor bestaat uit een plastic pijp die in het perceel wordt geplaatst. Deze bevindt zich onder het blauwe gedeelte in afbeelding 2.1.8. Verder is de sensor uitgerust met een 'gewone' neerslagmeter. Deze is bevestigd aan het paaltje zoals weergegeven in afbeelding 2.1.8. Het vochtgehalte wordt gemeten tot een diepte van 60 centimeter beneden maaiveld. Dit gebeurt in verschillende lagen: 0 tot 10 centimeter beneden maaiveld, 11 tot 20 centimeter beneden maaiveld enzovoorts. De sensor kan het vocht in de bodem meten door signalen uit te zenden. Zolang er lucht in de grond zit kan het signaal zich verder verspreiden maar wanneer er vochtdeeltjes in de grond aanwezig zijn wordt het signaal weerkaatst. Concluderend kan worden gezegd dat hoe meer vocht er in de grond aanwezig is, hoe meer signaal wordt weerkaatst.



Per grondsoort en per bodemlaag kan het minimale vochtpercentage van de grond worden ingesteld waarmee het gewas nog voldoende vocht op kan nemen. Wanneer het vochtpercentage onder deze waarde komt, zal de groei van het gewas niet meer optimaal verlopen. Aan de hand van de gegevens van de vochtsensor is dus goed na te gaan wanneer en hoeveel er beregend moet worden.

2.1.7 Bemestingsstrategie

In deze praktijkproef zijn alle meststoffen via het fertigatiesysteem toegediend. Het bemestingsschema is tot stand gekomen in samenwerking met Van Iperen en door middel van de totale gewasbehoefte aan bepaalde elementen, zoals weergegeven in tabel 2.1.9. Het schema is gebaseerd op het bemestingssysteem vanuit de tuinbouw. Om neerslag van meststoffen te voorkomen wordt er gewerkt met een A-bak en een B-bak. De behoefte aan verschillende elementen is echter niet altijd gelijk. Wanneer de behoefte aan een bepaald element stijgt en de gift daarom wordt verhoogd, betekent dit dat de gift van andere elementen ook wordt verhoogd. In de ideale situatie zou, net zoals in de tuinbouw, gebruik moeten worden gemaakt van verschillende vaten met voeding. Vanuit praktisch oogpunt is dit nu niet gedaan. Deze hoeveelheden zijn geleidelijk over het seizoen toegediend.

Tevens is besloten om de giften per hectare niet te verlagen ten opzichte van wat in de praktijk gangbaar is. De totale zuivere hoeveelheden mineralen die zijn toegediend, zijn dus gelijk aan de hoeveelheden in conventionele teeltsystemen. Doordat meststoffen direct bij de wortels van het gewas worden aangebracht, zou er in de toekomst mogelijk met een lagere dosering kunnen worden gewerkt.

Tabel 2.1.9: Bemestingsplan

Mineralen	Zuivere kilogrammen per hectare
N	200
K	400
P	20
S	40
Ca	120
Mg	100

2.1.8 Opbrengstbepaling

Om uiteindelijk te kunnen stellen wat het effect is geweest van het toepassen van fertigatie, zijn aan het eind van het seizoen proefrooingen gedaan. Hierbij zijn een aantal monsters worden genomen op basis van de bodemkaart van het perceel. Van Iperen heeft deze bodemkaart samengesteld aan de hand van de zwaarte van de grond. Hierbij zijn de lichtere stukken benoemd als lage potentie en de zwaardere stukken als hoge potentie, dus met meer groeikracht. Door deze methode te gebruiken bij het proefrooien kunnen de verschillen tussen grondsoort worden uitgesloten. Verder zijn er monsters genomen op zowel het gefertigende als niet-gefertigende gedeelte. Er zijn per potentie een drietal monsters genomen. Dat wil zeggen dat er drie monsters zijn genomen op 'lage potentie' en drie monsters op 'hoge potentie'. Dit is zowel op het gefertigende als het niet-gefertigende gedeelte van het perceel gedaan. Bij iedere monstername is drie meter gerooid.

De monsters zijn vervolgens beoordeeld door het kwaliteitslaboratorium van HZPC, volgens de standaard methodieken, op de volgende aspecten:

- Opbrengst per hectare, inclusief maatsortering
- Aantal knollen per meter, inclusief maatsortering
- Aantal stengels per meter
- Onderwatergewicht

Bij de maatsortering zijn de volgende sorteringen gehandhaafd:

- 0-40 millimeter
- 40-50 millimeter
- 50-60 millimeter
- 60-70 millimeter
- >70 millimeter

2.1.9 Rooien

De driplines zijn voor het rooien van de aardappelen verwijderd. Dit is gebeurd door middel van een hydraulisch haspel. Het advies was om de driplines te verwijderen voor het loofklappen. Door de zuigende werking van de loofklapper bestaat de kans dat de driplines worden opgezogen en versnipperd door de machine.

2.1.10 Kosten en baten

Het doel van het onderzoek is om uiteindelijk antwoord te geven op de vraag of fertigatie voordelen kan bieden ten opzichte van reguliere, gangbare bemesting en berekening met een beregeningskanon. Hiervoor zijn de kosten en baten in beeld gebracht. Dit is gedaan aan de hand van een urenoverzicht met de bijbehorende kosten. Hierbij is genoteerd welke werkzaamheid is uitgevoerd in combinatie met de kosten van de werktuigen en arbeid. Verder zijn ook alle andere gemaakte kosten in kaart gebracht om zo een voldoende onderbouwend antwoord te kunnen geven. Hieronder vallen bijvoorbeeld de investering van de unit en driplines.

2.1.11 Contact

De projectpartners hebben wekelijks contact gehad om de stand van zaken te bespreken.

2.2 Literatuuronderzoek

Omdat de praktijkproef slechts een eenjarig onderzoek betreft en met slechts één herhaling, zijn deze resultaten onvoldoende voor een betrouwbaar antwoord op de hoofdvraag. Om uiteindelijk een voldoende onderbouwd antwoord te kunnen geven is daarom naast de praktijkproef een literatuuronderzoek gedaan. Om de betrouwbaarheid te waarborgen is gezocht naar wetenschappelijke artikelen. Waar mogelijk zijn Engelstalige bronnen gebruikt om zo meer diepgang te creëren. De bronnen zijn gezocht via Google Scholar. Hierbij zijn voornamelijk bronnen vanuit Wageningen University and Research geraadpleegd. Er zal is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van actuele bronnen, dat wil zeggen met een publicatiedatum vanaf 2010.

Verder is vanuit artikelen in vaktijdschriften gezocht naar eerdere onderzoeken op gebied van fertigatie. Vervolgens is op deze onderzoeken gezocht of zijn partijen benaderd. Op deze manier zijn gegevens vanuit eerdere onderzoeken op dit gebied, in het rapport opgenomen. Ten slotte is contact opgenomen met Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) of deze bruikbare informatie over proeven beschikbaar had. Dit was het geval. Deze informatie is dan ook in dit rapport opgenomen.

Bij het verzamelen van bronnen is gewerkt volgens de zogenaamde sneeuwbalmethode. Dat wil zeggen dat bij bruikbare artikelen de literatuurlijst is bekeken om zo mogelijk nieuwe interessante artikelen te vinden. Door deze methode kan relatief makkelijk en snel informatie worden verzameld.

Tijdens het verzamelen van bronnen is op een aantal begrippen gezocht. Deze zijn in het Nederlands of Engels gezocht of in de vorm van een synoniem. Als basis voor het zoeken van bronnen is op de volgende begrippen gezocht:

- | | | |
|---------------------|------------------------|-------------------------|
| ▪ Aardappelen | ▪ Druppelirrigatie | ▪ Klimaatverandering |
| ▪ Agria | ▪ Druppelslang | ▪ Kwaliteit |
| ▪ Beregening | ▪ Fertigatie | ▪ Kwaliteitsbeoordeling |
| ▪ Drip | ▪ Fritesaardappelteelt | ▪ Verzilting |
| ▪ Driptape | ▪ Irrigatie | ▪ Waterbesparing |
| ▪ Druppelbevloeiing | ▪ Klimaatadaptatie | ▪ Watervoorziening |

2.3 Interviews

Tenslotte is een aantal deskundigen om een bijdrage gevraagd. Met behulp van bovengenoemd literatuuronderzoek is informatie vanuit de wetenschap verkregen. Door middel van interviews met akkerbouwadviseurs van Delphy en Van Iperen en akkerbouwer Franzen is informatie gewonnen op het gebied van teelt. Daarnaast zijn een tweetal andere telers gevraagd naar motieven om (mogelijk) te investeren in een fertigatiesysteem. Vervolgens is er informatie gevraagd bij Broere Beregening en Netafim, leveranciers van druppelirrigatie, over technische zaken rondom het systeem. Ten slotte is er contact gelegd met Farm Frites als de verwerkende industrie voor vragen op het gebied van kwaliteitsbeoordeling. In bijlage een is de vragenlijst weergegeven. Deze vragenlijst dient als basis voor de interviews. Niet alle vragen zijn op elke gesprekspartner van toepassing.

2.4 Onderzoeksmethoden per deelvraag

In deze paragraaf zal op basis van de deelvragen worden aangegeven welke onderzoeksmethode vanuit de paragrafen 2.1 tot en met 2.4 is toegepast.

2.4.1 Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van watergift?

Voor het beantwoorden van deze deelvraag zijn alle drie de onderzoeksmethoden gebruikt. Vanuit de praktijkproef is aan het eind van het seizoen informatie verkregen vanuit de procescomputer. Hieruit is afgeleid hoeveel water uiteindelijk door het systeem is toegediend. Verder is in literatuur gezocht naar voordelen op het gebied van watergift waaronder het verlagen van het totale volume gedurende het seizoen. Ten slotte is middels de interviews informatie verzameld over watergiftstrategieën en het belang van waterkwaliteit.

2.4.2 Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van mineralengebruik?

In de praktijkproef is geen onderscheid gemaakt in bemesting. De totale zuivere hoeveelheden mineralen die zijn toegediend, zijn dus gelijk aan de hoeveelheden in conventionele teeltsystemen. Door deze keuze zijn de effecten van het systeem in kaart gebracht zonder de invloed van bemestingsstrategieën. Of het mineralengebruik omlaag kan is daarom door middel van literatuuronderzoek onderzocht. Daarnaast is in de interviews gevraagd welke bemestingsstrategieën mogelijk zijn door middel van dit systeem.

2.4.3 Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van gewasbescherming?

Vanwege het feit dat de proef een praktijkproef betreft, zijn er geen verschillende objecten met verschillende gewasbeschermingsstrategieën aangelegd. Ook deze vraag is daarom middels literatuuronderzoek onderzocht.

2.4.4 Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van kwaliteit?

Om deze deelvraag te beantwoorden zijn alle drie de onderzoeksmethoden toegepast. Kwaliteit in fritesaardappelen wordt gekenmerkt door een aantal aspecten waaronder maatsortering en onderwatergewicht. Aan het eind van het teeltseizoen zijn in de praktijkproef een aantal monsters genomen. Deze zijn beoordeeld op opbrengst, maatsortering en onderwatergewicht. Deze monsters zijn zowel op het gefertigeerde als niet-gefertigeerde gedeelte van het perceel genomen. Door middel van deze criteria is een beoordeling gegeven van de invloed van fertigatie op kwaliteit in deze proef. Verder is vanuit de literatuur informatie verzameld over de kwaliteitsbepaling van fritesaardappelen en hoe deze te beïnvloeden is. Ten slotte is in de interviews gevraagd welke relatie er ligt tussen bemesting en kwaliteit en is nagegaan hoe de kwaliteitsbeoordeling van fritesaardappelen plaatsvindt.

2.4.5 Wat zijn de kosten en baten van de toepassing van fertigatie?

Ten slotte is een oordeel gegeven over de kosten en baten van het systeem. Hiervoor is wederom gebruikt gemaakt van de drie onderzoeksmethoden. In de praktijkproef is dit gedaan aan de hand van een urenoverzicht met de bijbehorende kosten. Verder zijn ook alle andere gemaakte kosten in kaart te gebracht om zo een voldoende onderbouwend antwoord te kunnen geven. Daarnaast is in literatuur nagegaan wat de kosten zijn van het systeem. Door middel van de interviews met verschillende bedrijven is gevraagd naar gemiddelde verwachte kosten van het systeem.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van het onderzoek beschreven. Voor het beantwoorden van de deelvragen, en aan de hand hiervan uiteindelijk de hoofdvraag, is een kwalitatief onderzoek uitgevoerd. Er is informatie verzameld aan de hand van eigen praktijkonderzoek, ervaringen, observaties, interviews en literatuuronderzoek. In dit hoofdstuk zullen de resultaten per deelvraag worden beschreven. In de bijlagen 2 tot en met 13 zijn de afgenomen interviews uitgewerkt. Voor de data vanuit de procescomputer en vochtsensoren wordt verwezen naar de bijlagen 15 en 16. In bijlage 17 zijn de resultaten van de proefrooïing vanuit de praktijkproef weergegeven. Ten slotte zijn in bijlage 18 de kwaliteitsnormen voor fritesaardappelen beschreven.

3.1 Effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van watergift

Ten eerste zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van watergift onderzocht. Dit is gebeurd aan de hand van de praktijkproef, literatuuronderzoek en door middel van interviews.

Vocht is een cruciale groeifactor. Investeren in een beregeningsinstallatie is daarom altijd een slimme keuze. Zelfs in een 'normaal' jaar is er altijd wel een periode waarin het gewas meer water nodig heeft voor een optimale groei dan wat de bodem kan aanleveren. In deze paragraaf is allereerst het belang van water worden beschreven. Vervolgens is het belang van waterkwaliteit worden toegelicht. Daarna zijn de voordelen van het gebruik van vochtsensoren beschreven gevolgd door de verschillende watergiftstrategieën. Ten slotte zijn nog enkele andere voordelen van het fertigatiesysteem op de watergift benoemd.

3.1.1 Zonder water geen aardappelen

Een plant gebruikt licht, koolstofdioxide, mineralen en water om te groeien en in leven te blijven. Water is essentieel voor de stofwisseling van de plant en zorgt onder andere voor koeling van het blad onder zonnige omstandigheden, transport van voedingsstoffen vanuit de bodem via de wortels naar het blad, fotosynthese en opname in structurele plantendelen. Een verlies van vijf tot tien procent water kan al leiden tot het afsterven van de plant. (Gutezeit, 2005)

Om uiteindelijk een optimale opbrengst te verkrijgen is een ongestoorde groei van belang. Droogte heeft een directe impact op het aantal knollen en daarmee dus ook op de uiteindelijke opbrengst. Het is belangrijk dat water gemakkelijk door de wortels onttrokken kan worden uit de bodem. Hiervoor dient het bodemvocht op pijl gehouden te worden, wat door irrigatie kan worden bereikt. Naast de invloed op de uiteindelijk totale opbrengst, zorgt irrigatie voor een meer gelijkmatige groei van het gewas waardoor de sortering meer uniform is. (Janssens P. , 2015) Door de meststoffengift en de watergift regelmatig over het groeiseizoen te verdelen, is de groei goed te sturen. Daarnaast kunnen water en meststoffen op elk gewenst moment door het fertigatiesysteem worden toegediend. Een belangrijk voordeel is dat de meststoffen direct door het gewas kunnen worden opgenomen, ook en juist in droge omstandigheden. (Paauw, 2001)

3.1.2 Belang van waterkwaliteit

De aanhoudende droogte in Nederland zorgt voor een toenemende verzilting. Zoals beschreven in de inleiding, is verzilting in het zuidwesten een punt van aandacht. Klimaatverandering zorgt echter voor een versnelling in dat proces. De landbouw onttrekt grondwater om te irrigeren. Dit water wordt steeds zouter.

Aardappelen nemen zout water lastig op. Dat komt door osmose, een natuurlijk proces dat water naar de plek met de hoogste zoutconcentratie stuurt. Wanneer planten in aanraking komen met zout water, wordt dit niet opgenomen. Bovendien is te veel zout giftig voor het gewas. Om de zoutgevoeligheid van gewassen te categoriseren is een schadedrempel en een schadefunctie vastgesteld. Hierbij wordt het effect van zout in het grondwater of gietwater op de opbrengst vastgesteld als functie van de EC (elektrische conductiviteit) in deci Siemens per meter of het chloridegehalte in milligram chloor per liter. De schadedrempel is de EC of het chloridegehalte waaronder geen schade aan het gewas optreedt. De schadefunctie geeft aan hoe de gewasopbrengst of gewaskwaliteit afneemt bij toename van de EC of chlorideconcentratie. (Dam, Clevering, Voogt, Aendekerk, & Maas, 2007)

Een aardappelgewas is matig gevoelig voor zout. Dat wil zeggen dat de drempelwaarde voor het chloridegehalte in het gietwater ligt bij 600 milligram chloor per liter. Dit is vergelijkbaar met de hoeveelheid in zaaiuien. Ter vergelijking: winterpeen hebben een grens van 300 milligram chloor per liter, wintertarwe 1200 milligram chloor per liter en suikerbieten 2400 milligram chloor per liter. (Bakel & Stuyt, 2011) Wanneer de plant wel zout water opneemt, stopt de fotosynthese en daarmee de groei. (Rotman, 2019) Verder verstoort het de opname van voedingsstoffen en belemmert het de beworteling. Ten slotte veroorzaakt het beregenen of irrigeren met verzilt water structuurbederf van de bodem. (Bakel & Stuyt, 2011) Plantveredeling kan mogelijk een oplossing bieden in dit probleem. Er gaan echter generaties overheen om de juiste combinaties van eigenschappen te verkrijgen. Daarnaast moet nu al worden bepaald welke eigenschappen over een aantal jaren gewenst zijn. Het is daarom belangrijk om zuinig om te gaan met zoetwater. Door kortere en meer frequente watergiften vermindert de mate van verzilting in de wortelzone in gebieden waar het water een relatief hoge EC heeft, in vergelijking met langere en minder frequente giften. Middels fertigatie is het gemakkelijker om steeds kleine watergiften toe te dienen in vergelijking met een beregeningshaspel. (Blom, 2019) Bovendien wordt bij gebruik van ondergrondse druppelirrigatie schade aan het loof, als gevolg van zout water door beregening met een haspel, voorkomen. Bekend is dat het gebruik van water met een EC boven de 1,0 deci Siemens per meter al bladverbranding kan veroorzaken wanneer langer dan vijf uren per week wordt beregend. (Maas, 1985)

De kwaliteit van het water is wellicht nog belangrijker dan de kwantiteit. Zoals benoemd dient de EC-waarde van het water niet te hoog te zijn. Ook ijzer in het water kan problemen veroorzaken door verstoppingen in het systeem. Door in deze gevallen een bronpomp te gebruiken in plaats van een zuigpomp kan dit probleem worden opgelost. Bij een bronpomp komt geen zuurstof vrij waardoor er dus geen sprake is van oxidatie. (Dogterom, 2016) Verder kan ijzer in het water de fosfaatopname belemmeren. Dit principe is daarentegen niet veel anders dan bij beregening. (Verwer, 2020)

In de praktijkproef is gebruik gemaakt van oppervlaktewater. Het gebruik van oppervlaktewater brengt een aantal voordelen en nadelen met zich mee. De grootste voordelen van het gebruik van oppervlaktewater zijn de beschikbaarheid en de lage kosten. Er zijn echter ook verschillende nadelen te benoemen. Zo kan de EC van het water behoorlijk oplopen. Ook kan organisch materiaal vanuit het water negatieve gevolgen veroorzaken. Zo is bijvoorbeeld gebleken dat calcium uit het oppervlaktewater binding kreeg met fosfaat uit de meststoffen. Hierdoor ontstond een neerslag van calciumfosfaat in het filter. Verder heeft organisch materiaal uit het water neerslag gevormd in het filter. Waarschijnlijk zijn door deze combinatie verschillende malen problemen ontstaan met verstopte filters. In afbeelding 3.1.1 is de neerslag weergegeven.



Afbeelding 3.1.1: Neerslag in systeem

Om deze neerslag op te lossen kan half in het seizoen een toepassing met peroxide worden uitgevoerd. (Bakker, 2020)

3.1.3 Water beter benutten

Om efficiënt te beregenen is het van belang dat het water uniform over het perceel wordt verdeeld. Als er hierdoor verschillen ontstaan in opkomst, zullen deze het hele seizoen zichtbaar blijven. Bij beregenen met een haspel zal de verdeling altijd afhangen van de windrichting en de windsnelheid. Deze invloeden kunnen bij het gebruik van fertigatie worden uitgesloten. (Aarnoudse, 2019)

Door het gericht geven van waterhoeveelheden middels fertigatie is, ten opzichte van beregeningshaspels of beregeningsbomen, minder water nodig. Daarnaast kan er naar behoefte water worden gegeven. Tijdens het beregenen met een haspel kunnen waterhoeveelheden nooit exact gegeven worden. Fertigatie biedt deze mogelijkheid wel. De optimale watergift is afhankelijk van de eigenschappen van de bodem, weersomstandigheden en groeistadium van het gewas. Een efficiënter en op gewasbehoefte afgestemd watergebruik in combinatie met afgestemd nutriëntengebruik resulteert in een vergroting van de opbrengst. Ten slotte zal bij beregening een deel van het water snel verdampen of sneller wegzakken als gevolg van een hoge watergift in één keer. (Blom, 2019)

De watereffectiviteit is een indicatie voor de hoeveelheid water, zowel vanuit regenwater als uit irrigatie, die ten goede komt aan de gewasgroei. Een gedeelte van de toegevoerde hoeveelheid water gaat altijd verloren. Deze verliezen zijn bijvoorbeeld in de vorm van verdamping, afstroming of verwaaiing. Uit onderzoek van het Acacia Institute is gebleken dat de watereffectiviteit van traditionele irrigatie, dus door middel van een waterkanon, tussen de 10 en 55 procent ligt. De lage watereffectiviteit wordt voor het grootste gedeelte veroorzaakt door de sterke dieppercolatie, met andere woorden het water dat vanuit de onverzadigde zone naar het grondwater infiltreert. Afhankelijk van de situatie, kan de uitstroom via de drain de watereffectiviteit negatief beïnvloeden. Dit zal met name op de zandgronden spelen en in mindere mate op kleigronden. Hierdoor zal de watereffectiviteit op kleigronden aan de bovenkant van de range, dus rond de 50 procent zitten. (Hulshof, et al., 2019)

Druppelirrigatie is in staat de watereffectiviteit te optimaliseren. Door het gericht toedienen van irrigatiewater in de wortelzone wordt voorkomen dat water verloren gaat door verdamping, uitspoeling of verstuiwing zoals het geval kan zijn bij traditionele beregening. Dit kan leiden tot een waterbesparing. (Jeuken, et al., 2015) Daarnaast zijn meerdere en korte irrigatiegiften effectiever en meer waterbesparend dan langdurige watergiften met grotere intervallen. (Blom, 2019) In een driejarige proef van het Acacia Institute zijn een drietal objecten vergeleken op watereffectiviteit. Deze resultaten zijn weergegeven in tabel 3.1.2. Bij object A1 zijn de slangen op ongeveer 45 centimeter diepte aangelegd waarbij op basis van metingen en modellen irrigatiegiften zijn ingesteld. Object A2 is niet geïrrigeerd en daarom niet opgenomen in de tabel. In object A3 zijn de druppelslangen aan het oppervlak aangelegd en is in samenspraak met Delphy en de teler de frequentie en grootte van de watergiften bepaald. Ten slotte zijn in object A4 de slangen op ongeveer 45 centimeter diepte aangelegd waarbij de teler wederom in samenspraak met Delphy de giften heeft bepaald. (Hulshof, et al., 2019)

Tabel 3.1.2: Watereffectiviteit bij verschillende watergiftmethoden (Hulshof, et al., 2019)

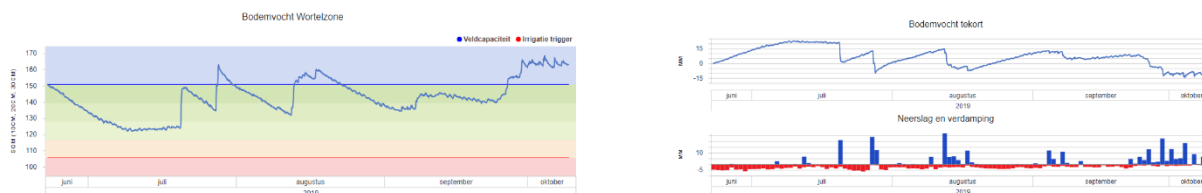
Perceel	Regenval (mm)	Irrigatie (mm)	Drainage (mm)	Bergings- verandering (mm)	Gewas- verdamping (mm)	Water- Effectiviteit (%)
Modelgestuurd (A1)	271,4	52,9	50,7	20,8	252,8	77,9
Bovenlangs telergestuurd (A3)	271,4	105,8	118,5	12,4	246,3	65,3
Ondergronds telergestuurd (A4)	244,4	85,1	91,0	75,5	163,1	49,5

Ook onderzoeken van Delphy tonen aan dat met druppelirrigatie 30 tot 50 procent water wordt bespaard in vergelijking met reguliere beregening. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014) Vanuit de praktijkproef zijn geen resultaten verkregen of er daadwerkelijk met minder water dezelfde opbrengst kan worden gehaald. Dit is te wijten aan technische storingen in het systeem waardoor aan het eind van het seizoen niet te achterhalen is wat er daadwerkelijk is gegeven. Deze data is weergegeven in bijlage 15.

3.1.4 Vochtsensoren helpen teelten te perfectioneren

Voor een goede opbrengst is het belangrijk dat de groeiomstandigheden zo optimaal mogelijk gehouden worden. Door middel van druppelirrigatie kan gericht water worden gegeven en kunnen negatieve effecten van extreme weersomstandigheden, zoals hitte en droogte, worden opgevangen. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014) Beregenen, of in dit geval irrigeren, is een dure bewerking. Het is daarom van groot belang dat er op het juiste moment, de juiste hoeveelheid toegediend wordt. Vochtsensoren kunnen telers ondersteunen in het bepalen van de optimale frequentie en omvang van de watergift waardoor een zo hoog mogelijke watereffectiviteit kan worden behaald. Door middel van sensoren kan de vochttoestand in de bodem worden gemonitord. Afhankelijk van de grondsoort, weersverwachting, verdampingswaarden, gewasontwikkeling en het stadium van het gewas kan worden bepaald of er een irrigatiegift nodig is en hoe groot deze dient te zijn. (Hulshof, et al., 2019)

Er bestaan verschillende technieken om de watergift te plannen en aan te sturen. Ter ondersteuning van de watergiftstrategie is in de praktijkproef gebruik gemaakt van vochtsensoren van RMA. In afbeelding 3.1.3 is een gedeelte van de verkregen data uit de vochtsensoren weergegeven. In de grafiek is te zien hoe het beschikbare bodemvocht zich in de loop van de tijd ontwikkelt. Hierbij staat blauw voor voldoende beschikbaarheid en rood voor onvoldoende beschikbaarheid. Het beschikbare bodemvocht wordt om de 10 centimeter gemeten, tot een diepte van 60 centimeter beneden maaiveld. Onderstaande grafiek is een verzameling van de gegevens tot een diepte van 30 centimeter. De gegevens vanuit de sensoren zijn te vinden in bijlage 16.



Afbeelding 3.1.3: Data vochtsensor

3.1.5 Watergiftstrategieën

Zoals benoemd in paragraaf 3.1.4 is aan de hand van vochtsensoren een exact beregeningsadvies te verkrijgen. Hierop kan een teler ervoor kiezen om dit exact op te volgen of iets boven de grens water toe te dienen. Doordat water door middel van het fertigatiesysteem exact en snel kan worden toegediend kan het een keuze zijn om iedere keer 'op de grens' te gaan zitten wat betreft watergift. Gezien het feit dat water in de toekomst schaars wordt, is dit een verantwoorde keuze. Daarentegen bestaat de kans op storingen in het systeem waardoor niet aan de behoefte kan worden voldaan. Een andere keuze is daarom om net boven de grens te geven. (Dam C. v., 2019)

Vooraf tijdens de knolzetting is het van belang om de rug van voldoende vocht te voorzien. Om de gehele rug gelijkmatige van vocht te voorzien wordt de voorkeur gegeven aan een lage intensiteit van de watergift, dat wil zeggen niet meer dan 20 millimeter per uur. Verder voldoen frequente kleinere giften beter dan een paar grote giften. (Dekkers, 2000) Wanneer er op het moment van knolzetting te weinig knollen worden aangelegd zal dit uiteindelijk zichtbaar zijn in de opbrengst. Sommige rassen hebben van nature een moeizame knolzetting. Hierbij is dit nog belangrijker. (Aarnoudse, 2019)

In de praktijkproef is het ras Agria geplant. Agria heeft als eigenschap dat er lastig knollen worden aangelegd. Om uiteindelijk het gewenste aantal knollen te verkrijgen is het daarom extra van belang dat de rug voldoende vochtig is. De druppelslangen zijn tussen de ruggen aangelegd. Door middel van deze methode is het lastig de rug voldoende vochtig te krijgen om tot voldoende knolzetting te leiden. Dit seizoen zijn dan ook niet voldoende knollen aangelegd om te zorgen voor een meeropbrengst ten opzichte van reguliere teelt. Vanuit de resultaten in bijlage 17 kan worden afgeleid dat het aantal knollen per meter als basis geldt voor de opbrengst per hectare. Wanneer de resultaten van het aantal knollen per meter naast de resultaten van de opbrengsten per hectare worden gezet is hierin een patroon te zien. In tabel 3.1.4 zijn de gemiddelde waarden weergegeven van de monsters op het gefertigede en niet-gefertigede gedeelte. Hierin is de factor berekend tussen het aantal knollen per meter en de opbrengst per hectare. Hierin is opvallend dat de factor tussen het aantal knollen per meter en de opbrengst per hectare gelijk is. Hoewel op het eerste zicht dus opvalt dat de opbrengst per hectare hoger is op het niet-gefertigede stuk, is daarmee niet meteen te zeggen dat fertigatie niet kan resulteren in een hogere opbrengst. Wanneer er op het gefertigede gedeelte meer knollen per meter waren aangelegd, had dit mogelijk geresulteerd in een hogere opbrengst per hectare.

Tabel 3.1.4: Gemiddelde waarden knollen per meter naast opbrengst per hectare

	Knollen / meter	Opbrengst / hectare (ton)	Factor
Gefertiged	29	59	1,97
Niet-gefertiged	34	67	1,97
Gemiddeld	32	63	1,97

3.1.6 Voordelen op moeilijk te beregenen percelen

Druppelirrigatie kan voordelen bieden op kleinere, minder rechte percelen. Deze zijn minder goed met de haspel te beregenen omdat de haspel bijvoorbeeld vaak moet worden verzet. Op grote percelen kan daarentegen drukverlies ontstaan aan het einde van de druppelslagen waardoor druppelirrigatie minder effectief is op percelen die langer zijn dan 300 meter. Verder kan druppelirrigatie voordelen bieden op percelen die grenzen aan de bebouwde kom. Hierbij wordt minder overlast ervaren in verhouding tot beregenen met een beregeningskanon. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014; Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014)

3.1.7 Regenwater wordt beter opgenomen

Door de regelmatige aanvoer van kleine hoeveelheden worden de aardappelruggen voldoende vochtig gehouden. Bijkomend voordeel is dat de bodem hierdoor beter in staat is om zware buien te verwerken. Sterk ingedroogde ruggen nemen moeilijker water op waardoor de eerste neerslag tussen de ruggen wegzakt. (Meijering, Druppelirrigatie moet zich bewijzen, 2015)

3.2 Effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van mineralengebruik

Ten tweede zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van mineralengebruik onderzocht. Dit is gebeurd aan de hand van de praktijkproef, literatuuronderzoek en door middel van interviews.

Voor een optimale opbrengst is een ongestoorde groei van groot belang. Door het de toediening van bemesting en water regelmatig over het groeiseizoen te verdelen, is de groei goed te sturen. Fertigatie biedt deze mogelijkheid tot zogenaamde geleide bemesting. Dat wil zeggen dat meststoffen doelgericht en geleidelijk worden toegediend zodat het aanbod zo goed mogelijk overeenkomt met de opname en behoefte van het gewas. (Lokhorst, Dekker, Grashoff, Guiking, & Riet, 2003) In deze paragraaf zal worden ingegaan op de mineralenbenutting. Ook zullen verschillende bemestingsstrategieën worden beschreven. Ten slotte zal worden ingegaan op beïnvloeding van afspoeling van nutriënten.

3.2.1 Rendement in droge jaren het hoogst

In een droog jaar zal de werking van een fertigatiesysteem het hoogste rendement opleveren in vergelijking met een reguliere teelt. In deze situatie kan het best worden gestuurd op watergift en meststoffengift. Om meststoffen toe te kunnen dienen is water nodig. De verhouding water en meststoffen moet daarnaast in goede balans zijn om geen te hoge concentraties toe te dienen. (Willemse, 2019)

3.2.2 Mineralen beter benutten

Doordat de meststoffen in vloeibare vorm via de druppelslangen direct bij de wortels van het gewas worden aangebracht, zijn deze direct opneembaar voor de plant. Hierdoor wordt de mineralenbenutting verhoogd waardoor volgens onderzoeken van Delphy, in samenwerking met Yara, zo'n 20 tot 30 procent minder meststoffen hoeven worden toegediend. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014; Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014) Uit een meerjarige proef van het Acacia Institute blijkt dat de stikstofgift met 50 procent verminderd kan worden. Ook de fosfaatgift kan met 40 procent worden verlaagd. Ondanks deze forse daling in de meststoffengift werd er een meeropbrengst van 22 procent behaald. (Hulshof, et al., 2019)

Een ander voordeel is dat door de mogelijkheid om meststoffen gemakkelijker nauwkeuriger en regelmatig toe te dienen, beter kan worden gestuurd op de gewasfase. Op dit moment zijn er verschillende gewasgroeimodellen beschikbaar. Een gewasgroeimodel is gebaseerd op fysieke metingen van de gewasontwikkeling gedurende een seizoen en geeft een omschrijving in rekenregels van groei en ontwikkeling van een gewas. Op basis van klimaatgegevens en teeltgegevens geeft een groeimodel van dag tot dag een inschatting van groei en ontwikkeling van verschillende plantendelen, fotosynthese en verdamping, opname van water en nutriënten en productie. (Beekman, Groeimodel nuttig voor teeltoptimalisatie, 2018)

Uit onderzoek van de Wageningen Universiteit blijkt dat fertigatie aan de hand van een gewasgroeimodel kan resulteren in een reductie van 60 procent van het watergebruik en een 40 procent hogere opbrengst. (Blom, 2019)

3.2.3 Bemestingsstrategieën

Er zijn verschillende bemestingsstrategieën mogelijk. In de praktijk worden veelal alleen meststoffen zoals kali en Urean toegediend via het fertigatiesysteem. Vaak wordt in een dergelijke situatie een basisbemesting gegeven door middel van dierlijke mest. Tijdens het groeiseizoen kunnen bladsapmetingen helpen bepalen of een gift wel of niet moet worden toegediend. (Willemse, 2019)

Delphy is van mening dat vanuit vroeger de denkwijze is ontstaan dat aan het begin van de groei veel bemesting nodig is. Dit kan de plant gebruiken om te groeien. Na een aantal weken wordt nieuwe bemesting gegeven zodat de plant hierop weer verder kan groeien. Met fertigatie ligt dit systeem anders. Omdat er geteeld wordt in een vruchtbare bodem zou het gewas in principe aan het begin geen bemesting nodig hebben. Het heeft dan geen zin om een buffer aan te leggen. Wanneer het eerste blad zichtbaar is, zijn de wortels bij de druppelslang. Bemesting heeft alleen zin wanneer de wortels de slang hebben bereikt. Op het moment dat het eerste blad dus zichtbaar is, kan het worden gestart met het geven van bemesting. Omdat er meerdere keren kleine hoeveelheden bemesting wordt toegediend, is er aan het begin geen grote buffer nodig waar het gewas een aantal weken op kan groeien. Deze manier van bemesten brengt echter wel een risico met zich mee. Men is volledig afhankelijk van de techniek. Wanneer er een probleem ontstaat in het systeem kan er geen voeding aan de plant worden gegeven. (Willemse, 2019) Om een fertigatiesysteem maximaal tot rendement te brengen is het advies van Van Iperen daarentegen om de totale bemesting via fertigatie toe te dienen. Het bedrijf geeft de voorkeur aan een tuinbouwbenadering van watergeven en bemesten bij de toepassing van een irrigatiesysteem in de akkerbouw. Dit geeft de hoogste kans op rendement. (Aarnoudse, 2019)

In de praktijkproef is zijn alle meststoffen via het fertigatiesysteem toegediend. Het bemestingsschema is tot stand gekomen in samenwerking met Van Iperen en door middel van de totale gewasbehoefte aan bepaalde elementen, zoals weergegeven in tabel 3.2.1. In het begin van het groeiseizoen is niet voldaan aan de behoefte aan vocht en voedingsmiddelen. Door technische problemen is er minder bemesting toegediend dan gepland. Daarentegen worden de meststoffen door middel van het fertigatiesysteem dicht bij de wortels van het gewas aangebracht. Dit zorgt voor een betere opnamemogelijkheid in vergelijking met strooien. Het achterlopen met de bemestingsgift op de daadwerkelijke behoefte wordt echter snel afgestraft. Het gewas neemt deze laat toegediende meststoffen niet extra op. Dit heeft geresulteerd in een lagere opbrengst. Voor verdere resultaten van de proefrooingen wordt verwezen naar bijlage 17. In tabel 3.2.1 zijn de daadwerkelijke bemestingsgiften vergeleken met de geplande giften.

Tabel 3.2.1: Bemestingsplan vergeleken met daadwerkelijke gift

Mineralen	Plan in zuivere kilogrammen per hectare	Gift in zuivere kilogrammen per hectare
N	200	205,8
K	400	151,5
P	20	3,8
S	40	32,2
Ca	120	43,9
Mg	100	43,6

3.2.4 Betere opname van stikstof en fosfaat

Uit proeven, uitgevoerd door Proefcentrum voor de Aardappelteelt en Proefcentrum voor de Groenteteelt, blijkt dat de aardappelen door fertigatie beter en dieper wortelen. Dit komt omdat het gewas zonder stress, of in ieder geval minder, kan doorgroeien. Daarnaast verbetert de stikstofopname als de grond mooi vochtig is. De stikstofopname blijkt gemakkelijker in vochtige grond en is minder gebonden aan het moment van toedienen. (Vries, 2019)

Ook de opname van fosfaat is door middel van fertigatie gemakkelijker. Dit heeft een positief effect op de wortelontwikkeling. Ook de schade door aardappelcystenaaltjes wordt hierdoor beperkt. (Lokhorst, Dekker, Grashoff, Guiking, & Riet, 2003)

Er zijn verschillende mogelijkheden in de aanleg van de druppelslangen. Hier zal verder op in worden gegaan in paragraaf 3.5.1. In de teelt van fritesaardappelen volstaat één slang per twee ruggen. (Wiepkema, 2020) Voor een goede benutting van mineralen, is een goede doorworteling van de bodem van belang. Bij deze manier van aanleg ligt echter het gevaar dat de beworteling zich alleen in de richting van de slang ontwikkelt. Bij fertigatie, dus naast het irrigeren ook het toedienen van meststoffen via het systeem, is dit zeker het geval. In afbeelding 3.2.2 is een opengemaakte aardappelrug weergegeven vanuit een fertigatieproef van Delphy. Rechts is een druppelslang zichtbaar. Aan de zijde van de druppelslang is de rug vochtiger dan aan de andere zijde. De wortelontwikkeling is echter in de gehele rug gelijk. (Meijering, Druppelirrigatie moet zich bewijzen, 2015)



Afbeelding 3.2.2: Opengemaakte aardappelrug met aan de rechterzijde druppelslang
(Meijering, Druppelirrigatie moet zich bewijzen, 2015)

3.2.5 Reduceren afspoeling van nutriënten

In traditionele teeltsystemen worden meststoffen op het perceel aangebracht waarna deze bij neerslag of beregening in de bodem terechtkomen. Dit in tegenstelling tot fertigatie waarbij water en voedingsstoffen in opgeloste vorm dichtbij de plantenwortels worden aangebracht. Hierdoor kunnen meststoffen direct door het gewas worden opgenomen. Doordat door middel van fertigatie geleidelijk meststoffen worden toegediend vindt er minder uitspoeling plaats. (Verwer, 2020) Uit een meerjarige proef van het Acacia Institute, in samenwerking met een groot aantal andere bedrijven, blijkt dat de uitspoeling van stikstof gedurende het groeiseizoen met 39 procent verminderd kan worden door de meststoffen toe te dienen via druppelslangen. (Hulshof, et al., 2019)

3.3 Effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van gewasbescherming

Ten derde zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van gewasbescherming onderzocht. Dit is gebeurd aan de hand van literatuuronderzoek en door middel van interviews.

Consumenten vinden het steeds belangrijker om te weten waar voedsel vandaan komt. Daarnaast staat het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen steeds meer onder druk. De consument acht chemische gewasbeschermingsmiddelen ongezond. Daarentegen worden zowel consumenten als afnemers steeds kritischer en stellen steeds hogere kwaliteitseisen van landbouwproducten. Om aan deze wens tegemoet te komen eist de voedingsmiddelenindustrie om residuen tot een minimum te beperken. In sommige gevallen ligt dit niveau ver beneden de voorschriften of wettelijke eisen. Het is daarentegen niet bewezen dat het verlagen van residuen onder de wettelijke norm voedsel veiliger maakt. (Syngenta, sd) In deze paragraaf zal worden beschreven in welke mate fertigatie hierin een bijdrage kan leveren.

3.3.1 Stress verminderen

Onderzoeken naar de mogelijkheden van fertigatie zijn op dit moment vooral gericht op opbrengstverhoging en reductie in meststoffengebruik en watergift. Hoewel fertigatie in eerste instantie alleen gericht lijkt op het voeden van planten en voldoende vochtig houden van de bodem, liggen hier echter ook kansen op het gebied van gewasbescherming. Doordat water en nutriënten gericht worden toegediend, en daarmee een gelijkmatigere groei ontstaat, wordt de kans op aantasting door ziekten en plagen verlaagd. Het gewas ervaart minder stress. Met het wegvallen van steeds meer gewasbeschermingsmiddelen en beperking van de toepassingsmogelijkheden biedt fertigatie in dat geval zeker kansen. (Verwer, 2020)

Daarnaast is een groot voordeel van de toepassing van fertigatie dat het gewas droog blijft tijdens het watergeven. Bij beregening met een haspel klappt plots veel wat op de plant. Hierdoor ervaart het gewas veel stress en is er een hogere ziektegevoeligheid. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014) Verder is Delphy van mening dat telers die gewassen met een beregeningshaspel van vocht voorzien, dit vaak pas doen als het eigenlijk al te laat is. Dit leidt tot onnodige stress voor het gewas. Bij het fertigeren wordt om de dag vier tot acht millimeter toegediend. De planten krijgen op deze manier continu vocht en zo wordt droogtestress en schokken als gevolg van een forse watergift met een haspel voorkomen. (Dogterom, 2016)

Door het gewas alleen enkele keren een flinke hoeveelheid water te voorzien, houdt men in droge jaren de stress niet uit het gewas. Door te werken aan een betere vochtthuishouding kan stress echter wel verminderd worden. Dit kan bijvoorbeeld door de structuur van de grond te verbeteren of het organische stofgehalte omhoog te brengen waardoor meer vocht kan worden vastgehouden. Verder kan gebruik worden gemaakt van vochtsensoren, zoals beschreven in paragraaf 3.1.4, waarmee er op het juiste moment en in de juiste hoeveelheid kan worden beregend. (Tholhuijsen, Vocht- en nutriëntensensoren gaan helpen teelten te perfectioneren, 2020)

Fertigatie biedt de mogelijkheid om geleidelijk en op maat water en meststoffen toe te dienen. Hierdoor worden stressfactoren in de plant vermindert of kunnen zelfs voorkomen worden. (Verwer, 2020) Uit onderzoek van Netafim blijkt dat een besparing van 10 tot 15 procent van gewasbeschermingsmiddelen mogelijk is. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014)

3.3.2 Verlagen van de ziektedruk door het verkorten van de bladnatperiode

Een ander groot voordeel van de toepassing van fertigatie is dat het gewas droog blijft tijdens watergeven. De kans op schimmelinfecties zal hierdoor afnemen. Hierbij moet als risico worden meegenomen dat weersinvloeden, te noemen neerslag, niet te beïnvloeden zijn. (Verwer, 2020)

3.4 Effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van kwaliteit

Ten vierde zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van kwaliteit onderzocht. Dit is gebeurd aan de hand van de praktijkproef, literatuuronderzoek en door middel van interviews.

De verwerkende industrie is gebaat bij partijen aardappelen die gezond zijn, dus waarin geen zieke knollen en zo min mogelijk schilafwijkingen en knolaandoeningen in voorkomen. Voor de exacte kwaliteitsbepaling van fritesaardappelen wordt verwezen naar bijlage 18. In de volgende paragrafen zal enkel worden ingegaan op de criteria waar fertigatie invloed op heeft.

3.4.1 Onderwatergewicht

Het onderwatergewicht is een methode om de (bak)kwaliteit van aardappelen te bepalen. Het is een representatie van het zetmeelgehalte en drogestofgehalte van de aardappel. Voor een goede bakkwaliteit van de aardappelen is een minimaal onderwatergewicht van 360 gram gewenst. Dat betekent dat wanneer men 5 kilogram aardappelen onderwater weegt, deze 360 gram wegen. Wanneer het onderwatergewicht onder de 360 gram ligt bevatten de aardappelen te weinig zetmeel/droge stof. Dit resulteert in slappe, vette friet. Het onderwatergewicht mag daarentegen ook niet te hoog zijn. Dit resulteert in droge, harde friet. Voor fritesaardappelen is daarom een onderwatergewicht tussen de 360 gram en 420 gram gewenst. Belangrijk is dat een grote spreiding in het onderwatergewicht binnen een partij als kwaliteitsgebrek wordt beschouwd. Wanneer er een grote spreiding in onderwatergewicht binnen een partij is, zal de bakkleur erg verschillen.

Een grote spreiding in onderwatergewicht kan het gevolg zijn van onder andere verschillen in bemesting en vochtvoorziening, doorwas of een uiteenlopende sortering. Kleine knollen hebben namelijk in het algemeen een lager onderwatergewicht dan grotere knollen. Om spreiding te beperken moet worden gestreefd naar een regelmatige groei en dient doorwas te worden voorkomen door een goede vochtvoorziening. (Hak, 1998) Fertigatie biedt de mogelijkheid om het gewas regelmatig van vocht en voedingsstoffen te voorzien waardoor het gewas uniformer is. (Vries, 2019)

Verder heeft het onderwatergewicht invloed op de gevoeligheid voor beschadigingen zoals stootblauw. Hoe hoger het onderwatergewicht, hoe gevoeliger de aardappel is voor beschadigingen. Fritesaardappelen bevatten meer zetmeel en zijn daarmee gevoeliger voor beschadigingen. Dit is echter afhankelijk van het ras. Sommige rassen zijn gevoeliger voor stootblauw dan andere rassen. (Vries, 2019)

Uit proeven uitgevoerd door Proefcentrum voor de Aardappelteelt en Proefcentrum voor de Groenteteelt, blijkt dat het onderwatergewicht niet significant verschillend is bij irrigatie via druppelirrigatie ten opzichte van een beregeningshaspel. Daarentegen werd door middel van fertigatie wel een significant hoger onderwatergewicht verkregen ten opzichte van de haspel. (PCA, 2017)

Het onderwatergewicht kan worden beïnvloed door de stikstofgift. Een hogere stikstofgift geeft een lager onderwatergewicht. Middels fertigatie kan, zoals benoemd in paragraaf 3.2.2, worden volstaan met minder meststoffen. Uit proeven van het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving in Lelystad is echter gebleken dat bij gelijke stikstofgiften beregenen en irrigeren geen invloed hebben op het onderwatergewicht. De hoogte van de stikstofgift kan dus wel het onderwatergewicht bepalen, de methode van watergeven niet. (Paauw, 2001)

Uit de praktijkproef bleek het gemiddelde onderwatergewicht op het gefertigeerde stuk 378 gram. Het gemiddelde onderwatergewicht op het niet-gefertigeerde stuk was 370 gram.

3.4.2 Maatsortering

Naast de opbrengst en gezondheid vormen de maatsortering en knolvorm belangrijke kwaliteitsaspecten in de aardappelteelt. Met name in de fritesaardappelteelt zijn de maatsortering en vorm van de aardappelen van groot belang. Korte staafjes zijn immers ongewenst. Om deze reden is een maatsortering van >50 millimeter gewenst. Ter illustratie: bij de maatsorteringen >40, >50 en >60 millimeter is het percentage staafjes >7 centimeter 46, 84 en 95 procent. Bij aardappelen voor de fritesindustrie wordt daarom gestreefd naar een zo groot mogelijk aandeel in de sortering 50 opwaarts. (Hak, 1998)

Fertigatie biedt mogelijkheden om te sturen op knolzetting en knolgrootte en is daardoor een meerwaarde. (Blom, 2019) Bovendien zorgt irrigatie voor een meer gelijkmatige groei van het gewas waardoor de sortering meer uniform is. (Janssens P., 2015) Uit proeven, uitgevoerd door Proefcentrum voor de Aardappelteelt en Proefcentrum voor de Groenteteelt, blijkt dat druppelirrigatie in consumptieaardappelen van het ras Fontane een positief beeld geeft in de marktbaare maat. (Vries, 2019)

3.4.3 Schilafwijking: schurft

Van schurft zijn vele varianten bekend. Denk bijvoorbeeld aan poederschurft, pukkelschurft, gewone schurft, netschurft, lakschurft en zilverschurft. Schurft heeft geen invloed op de opbrengst maar is uitsluitend een kwaliteitsgebrek doordat er verkurkte oppervlakkige plekken op de knol zichtbaar zijn, zoals weergegeven in afbeelding 3.4.1. Daarnaast verhoogt schurft de schilverliezen. (Hak, 1998) In deze paragraaf zal enkel op de meest lastigste soort en meest voorkomende type schurft worden ingegaan: de gewone schurft.



Gewone schurft wordt veroorzaakt door de schimmel *Streptomyces scabies* die tijdens de periode van knolaanleg via de lenticellen de opperhuid van de knol binnendringt. De lek geprikte cellen sterven af en verkurken. Doordat de knol groeit barsten de verkurkte plekken open en vormen de ontstane wonden opnieuw een

Afbeelding 3.4.1: Schurftaantasting

(Groen Kennisnet, Aardappelschurft, sd)

Een chemisch middel tegen dit type schurft bestaat niet. Aantasting van gewone schurft is daarentegen te beperken door tijdens de periode van knolzetting en het begin van de knolgroei te zorgen voor voldoende vocht in de rug. Percelen waar schurftsporen aanwezig zijn in de bodem worden daarom tijdens de genoemde perioden beregend. Als er echter te veel vocht wordt toegediend neemt de kans op poederschurft toe.

Alle toepassingen van watergeven hebben een positieve invloed op het aandeel blanke knollen in vergelijking met een niet behandeld gewas. (Alblas & Froot, 2002)

De manier waarop de druppelslangen worden aangelegd heeft een invloed op de schurftaantasting. Uit onderzoek van Delphy en LambWeston/Meijer voor fertigatie in fritesaardappelen bleek dat aan de kant waar de slang lag minder schurft voorkwam dan aan de droge kant van de rug. (Meijering, Hoe druppelirrigatie je gewas kan verbeteren, 2016) Om schurftaantasting te verlagen middels een fertigatiesysteem is het dus van belang dat de volledige rug van voldoende vocht wordt voorzien.

3.4.4 Groeischeuren en groene harten

Aardappelen met groeischeuren geven tijdens de verwerking extra schilverliezen en zijn daarom ongewenst. Groeischeuren worden veroorzaakt door een onregelmatige vochtvoorziening. Wanneer er een vochttekort ontstaat stopt de groei waardoor de schil verkurkt en elasticiteit verliest. Als vervolgens weer voldoende vocht beschikbaar is hervat de aardappel de groei en ontstaan er scheuren of barsten. Groeischeuren kunnen echter ook ontstaan bij een te snelle groei onder vochtige omstandigheden. Het is daarom van belang dat het gewas gedurende het gehele groeiseizoen geleidelijk van vocht wordt voorzien. Fertigatie kan hierin een mogelijkheid bieden. (Hak, 1998)

3.4.5 Holheid

Als gevolg van een onregelmatige groei kan holheid ontstaan. Holheid is voor de verwerkende industrie een ernstig probleem omdat dit aan de buitenkant niet zichtbaar is. Holle knollen kunnen daarom nauwelijks uitgesorteerd worden. Door een goede en regelmatige vochtvoorziening en niet te hoge stikstofbemesting kunnen holle harten voorkomen worden. Holheid komt meer op zandgronden en dalgronden voor dan op kleigrond en zal daarom niet verder behandeld worden. (Hak, 1998)

3.4.6 Groene knollen

Wanneer knollen voor een langere tijd aan zonlicht worden blootgesteld, kunnen deze groen verkleuren. Naarmate de knollen langer aan het licht worden blootgesteld zal de kleur intenser worden en dieper in de knol doordringen. Groenverkleuring is een kwaliteitsgebrek. Bij groenverkleuring neemt het gehalte aan solanine toe. Solanine is giftig en daarom ongewenst. Het is daarom van belang om de aardappelen bedekt te houden. Dit kan door een goede groundbewerking voorafgaand aan het seizoen, voldoende diep te poten en door te zorgen voor een goede vorm en grootte van de rug. Daarnaast kunnen scheuren in de rug ervoor zorgen dat de aardappelen aan het zonlicht worden blootgesteld. Dit kan voorkomen worden door irrigatie of beregening. (Hak, 1998)

In de praktijkproef is gebleken dat er als gevolg van vochttekort scheuren ontstonden bovenin de rug. Het fertigatiesysteem had onvoldoende capaciteit om de gehele rug van voldoende vocht te voorzien. Om deze reden heeft men hierbij op het punt gestaan op te beregenen met de haspel. Omdat het op dat moment is gaan regenen is dat uiteindelijk niet gebeurd. Dit voorval is echter wel reden tot een aandachtspunt.

3.4.7 Onderhuidse blauwverkleuring

Blauwverkleuring in aardappelen is een veelvoorkomend kwaliteitsprobleem. De blauwgevoeligheid van aardappelen wordt door een groot aantal factoren bepaald. Door valhoogten te beperken, dat wil zeggen minder dan 30 centimeter, tijdens het rooien, transport, inschuren en sorteren kunnen blauwproblemen worden beperkt. Blauwgevoeligheid kan per ras sterk verschillen. Daarentegen bestaat er een relatie tussen het droge stofgehalte en blauwgevoeligheid. Over het algemeen zijn knollen gevoeliger naarmate het droge stofgehalte hoger is. (Hak, 1998) Zoals benoemd in paragraaf 3.4.2 kan fertigatie het onderwatergewicht beïnvloeden door een gerichte stikstofgift.

3.4.8 Doorwas en glazigheid

Doorwas treedt op na een groeistilstand tijdens een periode met hoge temperaturen gevolgd door regenval. De temperatuur van de bodem moet daarbij enkele dagen minimaal 25 graden zijn geweest. Doordat de kiemrust wordt gebroken ontstaat een tweede groei. Hierbij worden nieuwe uitlopers om de stengels gevormd waar vervolgens kleine aardappelknollen aan gaan groeien. Op de bestaande aardappelknollen ontstaan er scheuten die vaak een tweede kleinere aardappelknol op de bestaande aardappel vormen. Een aardappel wordt glazig wanneer er veel zetmeel uit de aardappel wordt getrokken. Bij glazigheid lijkt het aardappelweefsel van een opnieuw uitgelopen knol waterachtig en doorschijnend. Bij zeer ernstige vormen, de zogenaamde waterzakken, kunnen zelf holtes worden gevormd. Glazigheid ontstaat als de primaire knol een secundaire knol heeft gevormd. Wanneer een groeiend gewas wordt doodgespoten, gaat de secundaire knol zetmeel onttrekken aan de primaire knol. Glazige aardappelen worden gekenmerkt door een erg laag onderwatergewicht en zijn daardoor ongeschikt voor de verwerking. Deze worden daarom door middel van een zoutbad verwijderd. (Hak, 1998)

Druppelirrigatie zorgt voor een geleidelijke watergift. Hierdoor blijft de temperatuur in de aardappelrug onder de 25 graden. Hierdoor wordt de kans op doorwas verkleind. (Janssens P. , 2015) Uit proeven van het Proefcentrum voor de Aardappelteelt en Proefcentrum voor de Groenteteelt, blijkt dat het percentage drijvers door middel van fertigatie flink kan worden verlaagd. Waar het object met irrigatie 8,5 procent drijvers bevatte, was dit in het object met fertigatie slechts 3,3 procent. (PCA, 2017)

3.5 Kosten en baten van de toepassing van fertigatie

Ten slotte zijn de kosten en baten van de toepassing van fertigatie in beeld gebracht. Dit is gebeurd aan de hand van de praktijkproef, literatuuronderzoek en door middel van interviews.

Druppelirrigatie was rond de eeuwwisseling een tijdje in beeld als methode om de opbrengsten te verhogen door het gewas te allen tijde van voldoende vocht te voorzien. Het systeem is echter nooit grootschalig toegepast, onder andere door de hoge kosten. Innovaties en factoren zoals klimaatverandering, verzilting en de toenemende druk op duurzaam watergebruik, mineralengebruik en gewasbeschermingsmiddelengebruik maken het systeem momenteel weer een interessante optie. (Redactie Boerenbusiness, 2014) De meerwaarde van fertigatie komt vooral in uiting in de kwaliteitsverbetering van de gewassen en mogelijk een lagere input van bemesting en gewasbeschermingsmiddelen. Deze aspecten zouden de hogere kosten van het systeem moeten compenseren. In deze paragraaf worden alle kosten en baten daarom verder toegelicht.

3.5.1 Systeem

De kosten van een fertigatiesysteem zijn erg uitlopend. Dit heeft onder andere te maken met manier van aanleggen en of er wordt gekozen voor druppelleidingen voor eenmalig gebruik of typen die geschikt zijn voor meerdere seizoenen.

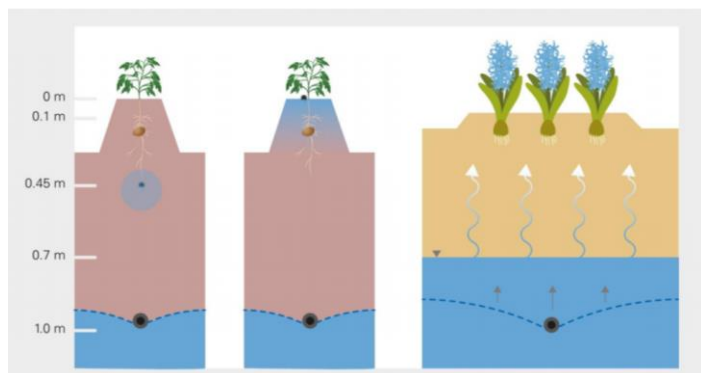
Om het gewas van een goede vochtvoorziening te verzekeren is het van belang om de afstand tussen de slangen in combinatie met de frequentie en duur van de irrigatiegift af te stemmen op de bodem, watervraag van het gewas en de grondwaterstand. Verder dienen de slangen op een uniforme diepte te liggen. De efficiëntie van het systeem hangt af van de lengte van de slangen, de capaciteit van de pomp en de plaats waar de slangen komen te liggen. Slangen in de rug zorgen voor een snelle groeistart. De slangen kunnen echter ook tussen de ruggen worden aangelegd. Dat scheelt direct 50 procent in de kosten. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014)

Over het algemeen zijn er een viertal verschillende manieren van aanleggen mogelijk. De eerste mogelijkheid is om de druppelleidingen op of net in de rug aan te leggen. De tweede optie is om de druppelslang tussen de ruggen aan te leggen. Hierbij kan worden gekozen om tussen iedere rug of om de rug een slang aan te leggen. Bovengronds fertigeren is mogelijk op alle bodemtypes en voor gewassen waarbij gedurende het groeiseizoen geen mechanische bewerking nodig is.

Op zware kleigronden, zoals knipklei, dienen gebruikers extra alert te zijn op natschade als gevolg van het dicht zwellen van kleischeuren. De derde optie is om de druppelleidingen onder in de rug aan te brengen. De laatste optie is om de druppelslang op ongeveer een meter diep aan te brengen.

Ondergronds fertigeren is eveneens mogelijk op alle grondsoorten. Op zware klei of grof zand vergt extra aandacht omdat het vocht daarin langzaam verspreid. (Hulshof, et al., 2019)

In figuur 3.5.1 zijn een aantal verschillende methoden weergegeven. Bij de eerste methode is de druppelleiding op bijna een halve meter diep aangebracht. In de tweede weergave is de slang bovenop de rug aangebracht en in de laatste weergave is de leiding op een meter diepte aangelegd.



Figuur 3.5.1: Schematische weergave van methoden van aanleg in aardappelen (Hulshof, et al., 2019)

De jaarlijkse kosten verschillen zoals gezegd in type en manier van aanleg. Wanneer iedere rug van een druppelslang wordt voorzien komen de kosten op 900 euro per hectare. Wanneer de druppelleidingen om en om tussen de ruggen worden aangelegd zijn de kosten 450 euro per hectare. (Spengen, 2019) Dit zijn echter alleen de kosten van de druppelslangen. De investering in het gehele systeem, dus inclusief pomp, meststoffendoseersysteem, hoofdleidingen, kraanvakken en automatisering, is ongeveer 2000 euro per hectare. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014) Ten slotte ligt een aandachtspunt in de kostenpost voor energievoorziening. Voor de installatie is stroom nodig. Percelen liggen soms ver van de bebouwde kom waardoor energievoorziening een knelpunt kan zijn. In deze gevallen kan een aggregaat een oplossing bieden. Daarnaast kunnen telers kiezen voor een systeem met zonnepanelen. Dat deze enkel overdag stroom leveren is volgens Delphy geen probleem doordat zelfs in erg droge perioden maar enkele uren per dag stroom wordt gevraagd. (Meijering, Hoe druppelirrigatie je gewas kan verbeteren, 2016)

Fertigatie wordt tijdens of kort na het planten van de aardappelen aangelegd. Op dat moment weet een teler nog niet of het een droog seizoen wordt of niet. Het is dus een preventieve maatregel. Het kan gebeuren dat in sommige jaren in percelen waarin druppelirrigatie is aangelegd, geen extra vocht is toegediend. In dat geval liggen de druppelslangen er eigenlijk voor niets en worden hoge kosten gemaakt. Telers moeten de kosten ervan dan zien als een verzekeringspremie, voor het geval dat. Aan de andere kant is namelijk de mogelijkheid om snel water te geven op het moment dat het maar even te droog is. (Dogterom, 2016)

3.5.2 Besparing op meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen

Zoals benoemd in paragraaf 3.2.2 worden meststoffen direct bij de plantenwortels aangebracht waardoor deze direct opneembaar zijn voor het gewas. Hierdoor wordt de mineralenbenutting verhoogd waardoor en minder meststoffen hoeven worden toegediend. Hierdoor is een besparing op meststoffen mogelijk van 100 euro per hectare. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014)

Ook op het gebied van gewasbescherming is een reducering mogelijk. Doordat water en meststoffen geleidelijk worden toegediend nemen de stressfactoren in de plant af. Hoewel hier nog niet veel onderzoeken naar zijn gedaan verwacht Netafim dat hierin een besparing van ongeveer 130 euro per hectare mogelijk is. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014)

3.5.3 Meeropbrengst

Om fertigatie in de fritesaardappelteelt rendabel te houden is een hogere opbrengst nodig ten opzichte van traditionele teelt. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014) De resultaten uit eerdere proeven lopen erg uiteen. Bij proeven, uitgevoerd door het Proefcentrum voor de Aardappelteelt en Proefcentrum voor de Groenteteelt, leverde fertigatie drie ton meeropbrengst in Fontane. (Vries, 2019) In een onderzoek van Delphy, LambWeston/Meijer en een teler in Brabant, leverde druppelirrigatie in Fontane-fritesaardappelen een meeropbrengst van 9 ton per hectare ten opzichte van beregenen met een haspelinstallatie. (Meijering, Met druppelirrigatie water en mineralen beter benutten, 2019) Uit proeven van het Acacia Institute blijkt dat een meeropbrengst van 22 procent kan worden behaald. (Hulshof, et al., 2019) In proeven van CZAV in samenwerking met Nedato en Netafim, heeft het gebruik van fertigatie geleidt tot een 25 procent hogere opbrengst. (Redactie Boerenbusiness, 2014) Ook Broere Berekening geeft aan dat een meeropbrengst van 25 tot 30 procent mogelijk is. (Broere, 2020) Uit eigen praktijkproef bleek echter geen meeropbrengst uit het gedeelte wat is gefertigeerd.

3.5.4 Kwaliteit

Elke investering moet terugverdiend kunnen worden. Dat geldt ook voor een investering in een beregeningsinstallatie. Irrigatie fungeert daarentegen ook als een vorm van verzekering. Behalve opbrengst zorgt irrigatie voor een verzekering tegen kwaliteitsproblemen zoals doorwas, rooibeschatiging en stootblauw. (PCA, 2017)

3.5.5 Arbeid

Fertigatie is arbeidsintensiever en complexer dan beregenen en kunstmest geven via de conventionele manier. Zo zullen slangen moeten worden uitgereden, zal een installatie moeten worden gekoppeld en zal aan het eind van het seizoen alles weer moeten worden gedemonteerd. Beregenen door middel van een beregeningshaspel vraagt geen voorbereiding van het perceel. Ook zijn er tijdens de hectische periode van poten en rooien geen extra handelingen nodig. Aan de andere kant vergt beregenen met een haspel ook arbeid. (Franzen, 2020)

In de literatuur is niets bekend over de extra arbeid bij fertigatie. Daarom is gedurende de praktijkproef een overzicht bijgehouden met de werkzaamheden en daarbij behorende kosten. Hierbij moet worden vermeld dat er onbekendheid was met het systeem waardoor dit een niet volledig representatief beeld geeft. Naar verwachting zullen sommige kosten in de toekomst dalen. Om deze reden is een aparte kolom toegevoegd met de verwachte toekomstige kosten. In tabel 3.5.2 zijn de kosten betreft het aanleggen en verwijderen van de driplines weergegeven.

Tabel 3.5.2: Kostenoverzicht arbeid (Franzen, 2020)

Activiteit	Uren	Uren per hectare	Bedrag (€)	Bedrag per hectare (€)	Verwachting toekomstige kosten per hectare (€)
Driplines aanleggen	98,75	3,95	3412,50	139,29	75,00
Driplines aan- en afkoppelen	83,50	3,34	3145,00	128,37	100,00
Driplines eruit halen	165,75	6,63	7020,00	286,53	200,00

3.5.6 Kosten en baten praktijkproef

In tabel 3.5.3 zijn de totale kosten en baten van de praktijkproef weergegeven. Ook hier is het belangrijk te vermelden dat er onbekendheid was met het systeem. Om deze reden is ook hier een extra kolom toegevoegd met de verwachte toekomstige kosten.

Tabel 3.5.3: Kostenoverzicht (Franzen, 2020)

Post	Bedrag (€)	Bedrag per hectare (€)	Verwachting toekomstige kosten per hectare (€)
Stroom aanleggen	90,00	90,00	90,00
Driplines aanleggen	3412,50	139,00	75,00
Driplines aan- en afkoppelen	3145,00	128,00	100,00
Driplines eruit halen	7020,00	286,50	200,00
Maken driplegger	540,00	540,00	540,00
Driplines afvoeren	1885,00	77,00	77,00
Container, dripslangen, aanvoerleidingen, verdeelleidingen	50.000,00	2000,00	2000,00
Meststoffen	32.300,00	1300,00	1300,00
Totaal			4400,00

3.5.7 Kosten beregenen

De kosten voor beregening zijn 200 euro per hectare. Gemiddeld worden aardappelen viermaal beregend per seizoen. De kosten voor beregenen komen daarmee op gemiddeld 800 euro per hectare. (Franzen, 2020)

3.5.8 Kosten en baten

In tabel 3.5.4 is de balans opgemaakt voor de totale kosten min de mogelijke besparingen. Doordat in de praktijkproef gebruik is gemaakt van speciaal samengestelde meststoffen, en vanwege de onbekendheid van deze toepassing in de akkerbouw, zijn deze kosten niet representatief en daarom niet opgenomen in de berekening.

Tabel 3.5.4: Balans (Franzen, 2020) (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014)

Post	Bedrag (€)
Totale kosten (exclusief meststoffen)	3100,00
Besparing meststoffen	-100,00
Besparing gewasbeschermingsmiddelen	-130,00
Besparing beregeningshaspel	-800,00
Netto	2070,00

De gemiddelde prijs van fritesaardappelen is 130 euro per ton. (Franzen, 2020) Om deze extra kosten te compenseren is dus een gemiddelde meeropbrengst van 16 ton aardappelen per hectare nodig. Zoals beschreven in paragraaf 3.5.3 is in het meest positieve scenario een meeropbrengst van 25 tot 30 procent mogelijk. Het meerjarige gemiddelde is een hectareopbrengst van 47 ton. (Tholhuijsen, Cooper, Knuivers, Meijering, & Smale, 2017) Een meeropbrengst van 25 tot 30 procent geeft een meeropbrengst van 12 tot 14 ton.

4. Discussie

Door klimaatverandering, wetgeving, beperkte beregeningsmogelijkheden, arbeidstekorten en steeds strengere kwaliteitseisen, komen teelten onder druk te staan. Het uitgangspunt van dit rapport is om antwoord te geven op de vraag of fertigatie voordelen kan bieden ten opzichte van reguliere, gangbare bemesting en beregening met een beregeningskanon.

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag is een combinatie gemaakt van een praktijkproef en een literatuuronderzoek. Verder is een aantal deskundigen om een bijdrage gevraagd middels interviews. Over het algemeen kan worden gesteld dat de resultaten uit de praktijkproef eigenlijk onvoldoende betrouwbaar zijn om een voldoende onderbouwend antwoord te geven op de deelvragen. De praktijkproef is slechts een eenjarige proef en daarmee onvoldoende betrouwbaar om reële conclusies te kunnen trekken. Vanuit het literatuuronderzoek is voldoende betrouwbare informatie verkregen. Er is gebruik gemaakt van verschillende onderzoeken naar fertigatie in de akkerbouw. Ondanks dat niet alle onderzoeken recent, dat wil zeggen in de afgelopen 10 jaar, zijn uitgevoerd, zijn er voldoende recente onderzoeken geraadpleegd. Ten slotte zijn een aantal interviews afgenomen. Hoewel deze interviews bij slechts een aantal bedrijven zijn afgenomen geeft het een goed beeld van de mogelijkheden van fertigatie in de akkerbouw.

In dit hoofdstuk zal, eveneens als in het voorgaande hoofdstuk, per deelvraag de gekozen aanpak worden bediscussieerd. Ook zullen de resultaten die zijn verkregen worden gereflecteerd.

4.1 Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van watergift?

Water is cruciaal voor een ongestoorde groei en daarmee optimale opbrengst. Door het bodemvocht op pijl te houden kunnen de wortels gemakkelijk vocht onttrekken uit de bodem. Hierbij is de kwaliteit van het water wellicht nog belangrijker dan de kwantiteit.

Door het gericht geven van waterhoeveelheden middels fertigatie is, ten opzichte van beregeningshaspels of beregeningsbomen, minder water nodig. Daarnaast kan er naar behoefte water worden gegeven. Een efficiënter en op gewasbehoefte afgestemd watergebruik in combinatie met afgestemd nutriëntengebruik resulteert in een vergroting van de opbrengst. Eén van de doelen van de praktijkproef was dan ook om te onderzoeken of de watergift middels fertigatie kan worden verlaagd ten opzichte van de haspel. Er zijn echter geen resultaten verkregen of er daadwerkelijk met minder water dezelfde opbrengst kan worden gehaald. Dit is te wijten aan technische storingen in het systeem waardoor aan het eind van het seizoen niet te achterhalen is wat er daadwerkelijk is gegeven.

Vochtsensoren kunnen telers ondersteunen in het bepalen van de optimale frequentie en omvang van de watergift waardoor een zo hoog mogelijke watereffectiviteit kan worden behaald. In de praktijkproef is gebruik gemaakt van vochtsensoren. Vanuit de data, weergegeven in bijlage 16, is op te maken dat de momenten dat de grafiek stijgt, overeenkomen met de momenten dat er neerslag valt. Eigenlijk is daarmee te zeggen dat enkel neerslag voldoende volume bevat om metingen te kunnen verrichten. De vochttoediening vanuit het fertigatiesysteem bevat te weinig volume om door het systeem te kunnen worden gemeten. Doordat er geen grote hoeveelheden vocht worden toegediend wordt dit direct door het gewas opgenomen en zal het vocht in de bodem niet met grote hoeveelheden stijgen. Het gewas ervaart dus geen negatieve gevolgen maar de sensor suggereert een tekort aan vocht. Hierdoor wordt een vertekend beeld gecreëerd met mogelijk zelfs verkeerd advies voor irrigatie. Dit is een goed voorbeeld van ongewenste omstandigheden. Dit was echter niet te beïnvloeden.

Vooraf tijdens de knolzetting is het van belang om de rug van voldoende vocht te voorzien. Wanneer er op het moment van knolzetting te weinig knollen worden aangelegd zal dit uiteindelijk zichtbaar zijn in de opbrengst. In de praktijkproef is het ras Agria geplant. Agria heeft als eigenschap dat er lastig knollen worden aangelegd. Om uiteindelijk het gewenste aantal knollen te verkrijgen is het daarom extra van belang dat de rug voldoende vochtig is. De druppelslangen zijn tussen de ruggen aangelegd. Door middel van deze methode is het lastig de rug voldoende vochtig te krijgen om tot voldoende knolzetting te leiden.

Dit seizoen zijn dan ook niet voldoende knollen aangelegd om te zorgen voor een meeropbrengst ten opzichte van reguliere teelt. Om een betrouwbare conclusie te kunnen trekken of door middel van fertigatie een meeropbrengst kan worden behaald, had de vochtvoorziening op zowel het gefertigeerde als niet-gefertigeerde stuk van het perceel gelijk moeten zijn. Dat is in dit geval niet gebeurd.

4.2 Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van mineralengebruik?

Fertigatie biedt de mogelijkheid tot zogenaamde geleide bemesting. Dat wil zeggen dat meststoffen doelgericht en geleidelijk worden toegediend zodat het aanbod zo goed mogelijk overeenkomt met de opname en behoefte van het gewas. In een droog jaar zal de werking van een fertigatiesysteem het hoogste rendement opleveren in vergelijking met een reguliere teelt omdat in deze situatie het best kan worden gestuurd op watergift en meststoffengift. Om meststoffen toe te kunnen dienen is water nodig. De verhouding water en meststoffen moet daarnaast in goede balans zijn om geen te hoge concentraties toe te dienen.

Doordat de meststoffen in vloeibare vorm via de druppelslangen direct bij de wortels van het gewas worden aangebracht, zijn deze direct opneembaar voor de plant. Hierdoor wordt de mineralenbenutting verhoogd en kan er zelfs worden volstaan met een lagere bemestingsgift. Daarnaast vindt hierdoor minder afspoeling plaats.

Een ander voordeel is dat door de mogelijkheid om meststoffen gemakkelijker nauwkeuriger en regelmatig toe te dienen, beter kan worden gestuurd op de gewasfase. Uit onderzoek blijkt dat fertigatie aan de hand van een gewasgroeimodel kan resulteren in een reductie van het watergebruik en een hogere opbrengst.

Fertigatie vraagt een andere bemestingsstrategie dan in de reguliere akkerbouw. Hierbij zijn verschillende bemestingsstrategieën mogelijk. In de praktijk worden veelal alleen 'simpele' meststoffen zoals kali en Urea toegevend via het fertigatiesysteem. Vaak wordt in zo'n situatie een basisbemesting gegeven door middel van dierlijke mest. Tijdens het groeiseizoen kunnen bladsapmetingen helpen om te bepalen of een gift wel of niet moet worden toegediend. Om een fertigatiesysteem maximaal tot rendement te brengen is het advies daarentegen om de totale bemesting via fertigatie toe te dienen. In de praktijkproef is zijn dan ook alle meststoffen via het fertigatiesysteem toegediend. In het begin van het groeiseizoen is echter niet voldaan aan de behoefte aan vocht en voedingsmiddelen. Door technische problemen is er minder bemesting toegediend dan gepland. Hierdoor kan geen goede vergelijking worden gemaakt tussen het gefertigeerde en niet-gefertigeerde gedeelte van het perceel. Daarentegen worden de meststoffen door middel van het fertigatiesysteem dicht bij de wortels van het gewas aangebracht. Dit zorgt voor een betere opnamemogelijkheid in vergelijking met strooien. Het achterlopen met de bemestingsgift op de daadwerkelijke behoefte wordt echter snel afgestraft. Het gewas neemt deze laat toegediende meststoffen niet extra op. Dit heeft geresulteerd in een lagere opbrengst. Of er dus daadwerkelijk een meeropbrengst kan worden behaald door fertigatie is niet uit de praktijkproef op te maken.

4.3 Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van gewasbescherming?

Hoewel fertigatie in eerste instantie alleen gericht lijkt op het voeden van planten en voldoende vochtig houden van de bodem, liggen hier echter ook kansen op het gebied van gewasbescherming. Doordat water en nutriënten gericht worden toegediend, en daarmee gelijkmatigere groei, wordt de kans op aantasting door ziekten en plagen verlaagd. Het gewas ervaart minder stress. Met het wegvallen van steeds meer gewasbeschermingsmiddelen en beperking van de toepassingsmogelijkheden biedt fertigatie in dat geval zeker kansen. Onderzoeken naar de mogelijkheden van fertigatie zijn op dit moment vooral gericht op opbrengstverhoging en reductie in meststoffengebruik en watergift. Er kan daarom geen duidelijk en onderbouwd antwoord worden gegeven op deze deelvraag.

4.4 Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van kwaliteit?

De verwerkende industrie is gebaat bij partijen aardappelen die gezond zijn, dus waarin geen zieke knollen en zo min mogelijk schilafwijkingen en knolaandoeningen in voorkomen.

Vanuit de praktijkproef is enkel beoordeeld op het onderwatergewicht. Achteraf had hier ook op de andere kwaliteitsaspecten moeten worden gekeurd. Daarbij komt dat in de literatuur te weinig te vinden is over de relatie tussen fertigatie en kwaliteitsaspecten. Er zijn dus enkel aannames te maken. Zo kan worden gesteld dat fertigatie aspecten zoals het onderwatergewicht, blauwgevoeligheid en een uniformere sortering positief kan beïnvloeden. Daarnaast kan fertigatie de kans op kwaliteitsgebreken zoals schurft, groeischeuren, holheid, groen en doorwas verkleinen.

4.5 Wat zijn de kosten en baten van de toepassing van fertigatie?

Fertigatie is tot nu toe nooit grootschalig toegepast door onder andere de hoge kosten. De meerwaarde van fertigatie komt vooral in uiting in de kwaliteitsverbetering van de gewassen en mogelijk een lagere input van bemesting en gewasbeschermingsmiddelen. Deze aspecten zouden de hogere kosten van het systeem moeten compenseren. Er is daarom onderzoek gedaan naar de kosten en baten van het systeem. Dit is onder andere gedaan aan de hand van gegevens uit de praktijkproef. Doordat dit slechts een eenjarige proef is zijn deze gegevens onvoldoende betrouwbaar. Daarentegen geeft het wel een beeld van de kosten en baten. Door de onbekendheid met het systeem zijn er echter veel arbeidskosten gemaakt. Deze zijn dan ook niet representatief. Om dit te compenseren zijn daarentegen naast de gemaakte kosten ook de verwachte toekomstige kosten weergegeven. Verder is er gebruik gemaakt van speciaal samengestelde meststoffen. Deze waren erg duur in verhouding met de gebruikelijke kosten van meststoffen in de akkerbouw. Om fertigatie rendabel te maken zal daarom moeten worden gezocht naar goedkopere meststoffen of een hogere opbrengst moeten worden behaald.

Verder is aan de hand van literatuuronderzoek en interviews informatie verzameld over de kosten en baten van een fertigatiesysteem. Hieruit is gebleken dat de kosten erg uiteenlopend zijn. Dit heeft onder andere te maken met manier van aanleggen en of er wordt gekozen voor druppelleidingen voor eenmalig gebruik of typen die geschikt zijn voor meerdere seizoenen. Er is daarom geen eenduidig beeld te geven over de kosten.

Ook over de baten van fertigatie is erg uiteenlopende informatie verkregen. In sommige gevallen worden besparingen weergegeven in absolute waarden, in andere gevallen worden enkel percentages benoemd. Samengevat is er dus te uiteenlopende informatie verkregen om te kunnen stellen of fertigatie rendabel kan zijn of niet.

5. Conclusie

Ondanks de wereldwijde stijgende consumptie van aardappelen staat de teelt van dit gewas onder druk. Als gevolg van klimaatverandering, wetgeving, beperkte beregeningsmogelijkheden, arbeidstekorten en de steeds kritischere eisen van consumenten en afnemers, worden toekomstbestendige en rendabele teelsystemen gevraagd. Het uitgangspunt van dit rapport is om antwoord te geven op de vraag of fertigatie voordelen kan bieden ten opzichte van reguliere, gangbare bemesting en beregening met een beregeningskanon. In dit hoofdstuk zal, eveneens als in het voorgaande hoofdstuk, per paragraaf antwoord worden gegeven op de deelvraag. Ten slotte zal aan de hand van deze gegevens de hoofdvraag worden beantwoord.

5.1 Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van watergift?

Om uiteindelijk een optimale opbrengst te verkrijgen is een ongestoorde groei van belang. Droogte heeft een directe impact op het aantal knollen en daarmee dus ook op de uiteindelijke opbrengst. Vooral tijdens de knolzetting is het van belang om de rug van voldoende vocht te voorzien. In de praktijkproef is het ras Agria geplant. Agria heeft als eigenschap dat er lastig knollen worden aangelegd. Om uiteindelijk het gewenste aantal knollen te verkrijgen is het daarom extra van belang dat de rug voldoende vochtig is. De druppelslangen zijn tussen de ruggen aangelegd. Door middel van deze methode is het lastig de rug voldoende vochtig te krijgen om tot voldoende knolzetting te leiden. Dit seizoen zijn dan ook niet voldoende knollen aangelegd om te zorgen voor een meeropbrengst ten opzichte van reguliere teelt. Om een betrouwbare conclusie te kunnen trekken of door middel van fertigatie een meeropbrengst kan worden behaald, had de vochtvoorziening op zowel het gefertigeerde als niet-gefertigeerde stuk van het perceel gelijk moeten zijn. Dat is in dit geval niet gebeurd. Naast de invloed op de uiteindelijk totale opbrengst, zorgt irrigatie voor een meer gelijkmatige groei van het gewas waardoor de sortering meer uniform is. (Janssens P., 2015) Door het fertigatiesysteem kunnen water en meststoffen op elk gewenst moment worden toegediend en is de groei goed te sturen.

De aanhoudende droogte in Nederland zorgt voor een toenemende verzilting. Klimaatverandering zorgt voor een versnelling in dat proces. Aardappelen nemen zout water lastig op. Bovendien is te veel zout giftig voor het gewas. Wanneer de plant wel zout water opneemt, stopt de fotosynthese en daarmee de groei. (Rotman, 2019) Verder verstoort het de opname van voedingsstoffen en belemmert het de beworteling. (Bakel & Stuyt, 2011) Het is daarom belangrijk om zuinig om te gaan met zoetwater. Door kortere en meer frequente watergiften vermindert de mate van verzilting in de wortelzone in gebieden waar het water een relatief hoge EC heeft, in vergelijking met langere en minder frequente giften. Middels fertigatie is het gemakkelijker om steeds kleine watergiften toe te dienen in vergelijking met een haspel. (Blom, 2019) Bovendien wordt bij gebruik van ondergrondse druppelirrigatie schade aan het loof als gevolg van zout water na beregening met een haspel voorkomen.

In de praktijkproef is gebruik gemaakt van oppervlaktewater. Het gebruik van oppervlaktewater brengt een aantal voordelen en nadelen met zich mee. De grootste voordelen van het gebruik van oppervlaktewater zijn de beschikbaarheid en de lage kosten. Er zijn echter ook verschillende nadelen te benoemen. Zo kan de EC van het water behoorlijk oplopen. Ook kan organisch materiaal vanuit het water negatieve gevolgen veroorzaken. Dit kan mogelijk worden opgelost door half in het seizoen een toepassing uit te voeren met peroxide. (Bakker, 2020)

Om efficiënt te beregenen is het van belang dat het water uniform over het perceel wordt verdeeld. Als er hierdoor verschillen ontstaan in opkomst, zullen deze het hele seizoen zichtbaar blijven. (Aarnoudse, 2019)

Door het gericht geven van waterhoeveelheden middels fertigatie is, ten opzichte van beregeningshaspels of beregeningsbomen, minder water nodig. Daarnaast kan er naar behoefte water worden gegeven. De optimale watergift is afhankelijk van de eigenschappen van de bodem, weersomstandigheden en groeistadium van het gewas. Een efficiënter en op gewasbehoefte afgestemd watergebruik in combinatie met afgestemd nutriëntengebruik resulteert in een vergroting van de opbrengst. (Blom, 2019)

Vochtsensoren kunnen telers ondersteunen in het bepalen van de optimale frequentie en omvang van de watergift waardoor een zo hoog mogelijke watereffectiviteit kan worden behaald. Vanuit de data uit de praktijkproef is echter op te maken dat de momenten dat de grafiek stijgt, overeenkomen met de momenten dat er neerslag valt. Eigenlijk is daarmee te zeggen dat enkel neerslag voldoende volume bevat om metingen te kunnen verrichten. De vochttoediening vanuit het fertigatiesysteem bevat te weinig volume om door het systeem te kunnen worden gemeten. Doordat er geen grote hoeveelheden vocht worden toegediend wordt dit direct door het gewas opgenomen en zal het vocht in de bodem niet met grote hoeveelheden stijgen. Het gewas ervaart dus geen negatieve gevolgen maar de sensor suggereert een tekort aan vocht. Hierdoor wordt een vertekend beeld gecreëerd met mogelijk zelfs verkeerd advies voor irrigatie.

Uit onderzoek van het Acacia Institute is gebleken dat de watereffectiviteit van traditionele irrigatie, dus door middel van een waterkanon, tussen de 10 en 55 procent ligt. (Hulshof, et al., 2019) Druppelirrigatie is in staat de watereffectiviteit te optimaliseren. Door het gericht toedienen van irrigatiewater in de wortelzone wordt voorkomen dat water verloren gaat door verdamping, uitspoeling of verstuiving zoals het geval kan zijn bij traditionele beregening. (Jeuken, et al., 2015) Dit kan, in combinatie met een modelgestuurde gift, zelfs leiden tot een waterbesparing tot wel 77,9 procent. (Hulshof, et al., 2019) Ook onderzoeken van Delphy tonen aan dat met druppelirrigatie 30 tot 50 procent water wordt bespaard in vergelijking met reguliere beregening. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014) Door technische storingen zijn vanuit de praktijkproef geen resultaten verkregen of er daadwerkelijk met minder water dezelfde opbrengst kan worden gehaald.

Ten slotte kan fertigatie voordelen bieden op moeilijk te beregenen percelen. Daarnaast is de bodem, door de regelmatige aanvoer van kleine hoeveelheden, beter in staat om zware buien te verwerken. (Meijering, Druppelirrigatie moet zich bewijzen, 2015)

5.2 Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van mineralengebruik?

Op het gebied van type meststoffen en toedieningsmethodieken is nog veel te onderzoeken. Fertigatie biedt de mogelijkheid tot zogenaamde geleide bemesting. Dat wil zeggen dat meststoffen doelgericht en geleidelijk worden toegediend zodat het aanbod zo goed mogelijk overeenkomt met de opname en behoefte van het gewas. (Lokhorst, Dekker, Grashoff, Guiking, & Riet, 2003) In een droog jaar zal de werking van een fertigatiesysteem het hoogste rendement opleveren in vergelijking met een reguliere teelt omdat in deze situatie het best kan worden gestuurd op watergift en meststoffengift. Om meststoffen toe te kunnen dienen is water nodig. De verhouding water en meststoffen moet daarnaast in goede balans zijn om geen te hoge concentraties toe te dienen. (Willemse, 2019)

Doordat de meststoffen in vloeibare vorm via de druppelslangen direct bij de wortels van het gewas worden aangebracht, zijn deze direct opneembaar voor de plant. Hierdoor wordt de mineralenbenutting verhoogd waardoor volgens onderzoeken van Delphy, in samenwerking met Yara, zo'n 20 tot 30 procent minder meststoffen hoeven worden toegediend. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014; Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014) Daarnaast vindt hierdoor minder afspoeling plaats. Uit een meerjarige proef van het Acacia Institute, in samenwerking met een groot aantal andere bedrijven, blijkt dat de uitspoeling van stikstof gedurende het groeiseizoen met 39 procent verminderd kan worden door de meststoffen toe te dienen via druppelslangen. (Hulshof, et al., 2019)

Een ander voordeel is dat door de mogelijkheid om meststoffen gemakkelijker nauwkeuriger en regelmatiger toe te dienen, beter kan worden gestuurd op de gewasfase. Uit onderzoek van de WUR blijkt dat fertigatie aan de hand van een gewasgroeimodel kan resulteren in een reductie van 60 procent van het watergebruik, en een 40 procent hogere opbrengst. (Blom, 2019)

Er zijn verschillende bemestingsstrategieën mogelijk. In de praktijk worden veelal alleen meststoffen zoals kali en Urean toegediend via het fertigatiesysteem. Vaak wordt in zo'n situatie een basisbemesting gegeven door middel van dierlijke mest. Tijdens het groeiseizoen kunnen bladsapmetingen helpen om te bepalen of een gift wel of niet moet worden toegediend. Om een fertigatiesysteem maximaal tot rendement te brengen is het advies daarentegen om de totale bemesting via fertigatie toe te dienen. In de praktijkproef is zijn dan ook alle meststoffen via het fertigatiesysteem toegediend. Door technische problemen is er echter in het begin van het groeiseizoen niet voldaan aan de behoefte aan vocht en voedingsmiddelen. Dit heeft geresulteerd in een lagere opbrengst. Of er dus daadwerkelijk een meeropbrengst kan worden behaald door fertigatie is niet uit de praktijkproef op te maken.

5.3 Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van gewasbescherming?

Hoewel fertigatie in eerste instantie alleen gericht lijkt op het voeden van planten en voldoende vochtig houden van de bodem, liggen hier echter ook kansen op het gebied van gewasbescherming. Doordat water en nutriënten gericht worden toegediend, en daarmee gelijkmatigere groei, wordt de kans op aantasting door ziekten en plagen verlaagd. Het gewas ervaart minder stress. Met het wegvallen van steeds meer gewasbeschermingsmiddelen en beperking van de toepassingsmogelijkheden biedt fertigatie in dat geval zeker kansen. Onderzoeken naar de mogelijkheden van fertigatie zijn op dit moment vooral gericht op opbrengstverhoging en reductie in meststoffengebruik en watergift. Er kan daarom geen duidelijk en onderbouwd antwoord worden gegeven op deze deelvraag.

5.4 Wat zijn de effecten van de toepassing van fertigatie op het gebied van kwaliteit?

De verwerkende industrie is gebaat bij partijen aardappelen die gezond zijn, dus waarin geen zieke knollen en zo min mogelijk schilafwijkingen en knolaandoeningen in voorkomen. In de literatuur is echter weinig te vinden over de relatie tussen fertigatie en kwaliteitsaspecten. Daarom zijn alleen aannames te doen.

Het onderwatergewicht is een methode om de (bak)kwaliteit van aardappelen te bepalen. Een grote spreiding in het onderwatergewicht binnen een partij wordt als kwaliteitsgebrek wordt beschouwd doordat de bakkleur erg verschild. Om spreiding te beperken moet worden gestreefd naar een regelmatige groei en dient doorwas te worden voorkomen door een goede vochtvoorziening. (Hak, 1998) Fertigatie biedt de mogelijkheid om het gewas regelmatig van vocht en voedingsstoffen te voorzien waardoor het gewas uniformer is. (Vries, 2019)

Uit proeven uitgevoerd door Proefcentrum voor de Aardappelteelt en Proefcentrum voor de Groenteteelt, blijkt dat het onderwatergewicht niet significant verschillend is bij irrigatie via druppelirrigatie ten opzichte van een beregeningshaspel. Daarentegen werd door middel van fertigatie wel een significant hoger onderwatergewicht verkregen ten opzichte van de haspel. (PCA, 2017) Tevens kan de blauwgevoeligheid worden beïnvloed door het onderwatergewicht. (Hak, 1998)

Naast de opbrengst en gezondheid vormen de maatsortering en knolvorm belangrijke kwaliteitsaspecten in de aardappelteelt. Fertigatie biedt mogelijkheden om te sturen op knolzetting en knolgrootte en is daardoor een meerwaarde. (Blom, 2019) Bovendien zorgt irrigatie voor een meer gelijkmatige groei van het gewas waardoor de sortering meer uniform is. (Janssens P. , 2015)

Alle toepassingen van watergeven hebben een positieve invloed op het aandeel blanke knollen in vergelijking met een niet behandeld gewas. (Alblas & Froot, 2002) Om schurftaantasting door middel van fertigatie te verlagen is het van belang dat de volledige rug van voldoende vocht wordt voorzien. Dit kan bij sommige methoden van aanleg een extra aandachtspunt zijn.

Ten slotte kan door het gewas gedurende het gehele groeiseizoen geleidelijk van voldoende vocht te voorzien, de kans op groeischeuren, holheid, groen en doorwas worden verlaagd. (Hak, 1998)

5.5 Wat zijn de kosten en baten van de toepassing van fertigatie?

Fertigatie is tot op heden nooit grootschalig toegepast, onder andere door de hoge kosten. De kosten van een fertigatiesysteem zijn erg uitlopend. Dit heeft onder andere te maken met manier van aanleggen en of er wordt gekozen voor druppelleidingen voor eenmalig gebruik of typen die geschikt zijn voor meerdere seizoenen.

Over het algemeen zijn er een viertal verschillende manieren van aanleggen mogelijk. De eerste mogelijkheid is om de druppelleidingen op of net in de rug aan te leggen. De tweede optie is om de druppelslang tussen de ruggen aan te leggen. Hierbij kan worden gekozen om tussen iedere rug of om de rug een slang aan te leggen. De derde optie is om de druppelleidingen onder in de rug aan te brengen. De laatste optie is om de druppelslang op ongeveer een meter diep aan te brengen. (Hulshof, et al., 2019)

De jaarlijkse kosten verschillen zoals gezegd in type en manier van aanleg. Wanneer iedere rug van een druppelslang wordt voorzien komen de kosten op 900 euro per hectare. Wanneer de druppelleidingen om en om tussen de ruggen worden aangelegd zijn de kosten 450 euro per hectare. (Spengen, 2019) Dit zijn echter alleen de kosten van de druppelslangen. De investering in het gehele systeem, dus inclusief pomp, meststoffendoseersysteem, hoofdleidingen, kraanvakken en automatisering, is ongeveer 2000 euro per hectare. (Beekman, Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht, 2014)

Fertigatie wordt tijdens of kort na het planten van de aardappelen aangelegd. Op dat moment weet een teler nog niet of het een droog seizoen wordt of niet. Het is dus een preventieve maatregel die telers moeten zien als een verzekeringspremie. (Dogterom, 2016)

De grootste kostenpost is de arbeid. Fertigatie is arbeidsintensiever en complexer dan beregenen en kunstmest geven via de conventionele manier en dat tijdens drukke perioden van planten en oogsten. Mogelijk kunnen hier nog wel kosten worden bespaard naarmate men meer bekend raakt met het systeem.

Ook over de baten van fertigatie is erg uiteenlopende informatie verkregen. Wel kan worden gesteld dat er besparingen mogelijk zijn op meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen. Deze besparingen worden volgens onderzoek geschat op 100 euro per hectare voor meststoffen en 130 euro per hectare voor gewasbeschermingsmiddelen. Ook kan fertigatie resulteren in een hogere opbrengst. Deze resultaten variëren echter tussen de 3 ton per hectare (Vries, 2019) en 30 procent (Broere, 2020). Uit eigen praktijkproef bleek echter geen meeropbrengst uit het gedeelte wat is gefertigeerd.

Concluderend kan worden gesteld dat de kosten van fertigatie ongeveer 2000 euro per hectare bedragen. Om deze extra kosten te compenseren is een gemiddelde meeropbrengst van 16 ton aardappelen per hectare nodig.

5.6 Beantwoording hoofdvraag

Voor veel akkerbouwers is de teelt van aardappelen een belangrijk onderdeel van het bouwplan. Ondanks de stijgende populariteit van de aardappel lopen telers in Nederland tegen een aantal grenzen aan. Er kan worden gesteld dat de teelt van aardappelen door klimaatverandering, regelgeving op gebied van bemesting en gewasbescherming, beregeningsmogelijkheden en arbeidstekorten onder druk komen te staan. Dit vraagt om toekomstbestendige en rendabele teeltsystemen.

Het doel van dit onderzoek is om, aan de hand van de deelvragen, een antwoord te formuleren op de hoofdvraag welke voordelen fertigatie kan bieden ten opzichte van traditionele teeltsystemen in de gangbare teelt van fritesaardappelen in het zuidwesten van Nederland. Naar aanleiding van verschillende onderzoeken valt te concluderen dat ondanks de stijging van de opbrengst, evenals de daling van de benodigde bemesting en gewasbescherming, de kosten van fertigatie niet opwegen tegen de baten. Daarentegen kan de kwaliteit van het gewas wel worden verbeterd doordat gedurende het gehele groeiseizoen geleidelijk water en meststoffen worden gegeven. Fertigatie biedt het meeste perspectief in een droog jaar en is kansrijk in gebieden met beperkte of dure zoetwaterbronnen.

6. Aanbevelingen

Aan de hand van de verkregen informatie zijn een aantal aanbevelingen te doen. Deze zullen in dit hoofdstuk puntsgewijs worden behandeld. Over het algemeen kan worden gesteld dat verder onderzoek naar de mogelijkheden van fertigatie in de fritesaardappelteelt, of in ieder geval in de akkerbouwsector, noodzakelijk is. Fertigatie blijkt een systeem met perspectieven maar wordt nog maar op kleine schaal toegepast. Het advies is daarom om dit verder uit te breiden en ook in de vorm van praktijkonderzoek te doen. De uitspraak 'één jaar is geen jaar' is in deze praktijkproef gebleken. Door middel van verdere onderzoeken kan het systeem mogelijk worden geoptimaliseerd en daarmee klaar worden gemaakt voor de praktijk. Het is daarbij zeker aan te bevelen om meerdere systemen te testen, zoals beschreven in paragraaf 3.5.1.

6.1 Systeem optimaliseren

In de praktijkproef is gebleken dat arbeid een grote kostenpost is. Ondanks de onbekendheid, wordt veel arbeid gevraagd bij het koppelen van druppelslangen gedurende de aanleg. Dit zal met name spelen op grotere percelen. Wanneer fertigatie in de toekomst een rendabel teeltconcept zal blijken zal dit ook op grotere percelen moeten kunnen worden toegepast. Het is daarom aan te bevelen om hier verder onderzoek naar te doen. Verder is het dringend aan te bevelen om te zorgen dat de technieken, zoals de procescomputer, goed werken.

6.2 Waterkwaliteit

In de praktijkproef is gebruik gemaakt van oppervlaktewater. Hierbij is gebleken dat calcium uit het oppervlaktewater binding kreeg met fosfaat uit de meststoffen waardoor een neerslag van calciumfosfaat ontstond in het filter. Verder heeft organisch materiaal uit het water neerslag gevormd in het filter. Waarschijnlijk zijn door deze combinatie verschillende malen problemen ontstaan met verstopte filters. Zoals beschreven kan dit mogelijk worden verholpen door half in het seizoen een toepassing met peroxide uit te voeren. Om dergelijke problemen in de toekomst te voorkomen is het van belang om onderzoek te doen naar betaalbare maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan filters, het doorspoelen van het gehele systeem na iedere gift om neerslag van meststoffen te voorkomen of door gebruik te maken van een grotere watergang waardoor minder organische vervuiling meekomt in het systeem.

6.3 Sensoren goed gekalibreerd en mogelijk in verbinding met fertigatiesysteem en gewasgroeimodellen

Vochtsensoren kunnen telers ondersteunen in het bepalen van de optimale frequentie en omvang van de watergift waardoor een zo hoog mogelijke watereffectiviteit kan worden behaald. De vochtsensoren die in de praktijkproef zijn gebruikt gaven echter een vertekend beeld. Het is daarom aan te bevelen om de sensoren goed te kalibreren waardoor een beter advies wordt gegeven voor irrigatie. Daarnaast zouden deze gegevens in de ideale situatie in verbinding moeten staan met het fertigatiesysteem. Het is aan te bevelen om deze mogelijkheid te onderzoeken. Verder is het aan te bevelen onderzoek te doen naar sensoren die de behoefte aan nutriënten kunnen meten. Hierbij wordt gedacht aan een bemestingssensor, vergelijkbaar met de gebruikte vochtsensor. Ten slotte kunnen mogelijk ook gegevens vanuit gewasgroeimodellen aan al deze data worden gekoppeld waardoor uiteindelijk een zo optimaal mogelijk groei wordt gecreëerd.

6.4 Geschikte meststoffen

In de praktijkproef is voor de bemesting gebruik gemaakt van een tuinbouwbenadering. Zo is er gebruik gemaakt van een A-bak en een B-bak om neerslag van meststoffen te voorkomen. De behoefte aan verschillende elementen is echter niet altijd gelijk. Wanneer de behoefte aan een bepaald element stijgt en de gift daarom wordt verhoogd, betekent dit dat de gift van andere elementen ook wordt verhoogd. In de ideale situatie zou, net zoals in de tuinbouw, gebruik moeten worden gemaakt van verschillende vaten met voeding. Omdat de kosten van de gebruikte meststoffen nu al hoger waren dan gebruikelijk in de akkerbouw, is het de moeite waard te onderzoeken of dit rendabel kan zijn.

6.5 Circulair systeem

In het kader van duurzaamheid is het aan te bevelen om te onderzoeken of het mogelijk is om een circulair systeem op te zetten waarbij de nutriënten aan het eind van de druppelslangen kunnen worden opgevangen en vervolgens kunnen worden hergebruikt.

6.6 Onderzoek naar de effecten op gewasbescherming

Onderzoeken naar de mogelijkheden van fertigatie zijn op dit moment vooral gericht op opbrengstverhoging en reductie in meststoffengebruik en watergift. Er is daarom geen duidelijk en onderbouwd antwoord te geven of er voordelen kunnen worden behaald op het gebied van gewasbescherming. Door gericht water en nutriënten te geven is er echter een verminderde kans op aantasting door ziekten waardoor mogelijk minder gewasbeschermingsmiddelen gebruikt hoeven te worden. Het advies is daarom om verder onderzoek te doen naar dit aspect.

Daarnaast is het aan te bevelen om hierbij onderzoek te doen naar de mogelijkheid om gewasbeschermingsmiddelen toe te dienen via het fertigatiesysteem. Hierbij kan emissie in de vorm van drift worden beperkt waardoor dit een positief effect geeft op het milieu en tevens het imago van de sector.

6.7 Onderzoek hoe fertigatie en precisielandbouw samen kunnen gaan.

Momenteel is een trend zichtbaar waarin plaats specifiek meststoffen en gewasbescherming worden toegediend binnen een perceel. Bij fertigatie wordt geen rekening gehouden met de diversiteit binnen een perceel. Iedere plant krijgt evenveel water en meststoffen toegediend. Eigenlijk is dit dus een nadeel van het systeem. Er is verder onderzoek nodig om te kijken hoe fertigatie en precisielandbouw samen kunnen gaan.

Bibliografie

- Aarnoudse, J. (2019, September 24). Fertigatie in fritesaardappelteelt. (R. Tanis, Interviewer)
- Alblas, J., & Floot, H. (2002). *Druppelirrigatie met brak water voor schurftbestrijding in pootaardappelen*. Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Aviko. (2017). *Aviko Potato voorwaarden*. Dronten: Aviko.
- Bakel, P. v., & Stuyt, L. (2011). *Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen*. Wageningen: Alterra.
- Bakker, D. (2020, Maart 4). Fertigatie in fritesaardappelteelt. (R. Tanis, Interviewer)
- Beekman, J. (2014, Januari 14). Toepassing druppelslang opnieuw onderzocht. *Boerderij*, 24-27.
- Beekman, J. (2018, September 12). *Groeimodel nuttig voor teeltoptimalisatie*. Opgehaald van Boerderij: <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2018/9/Groeimodel-nuttig-voor-teeltoptimalisatie-331913E/>
- Blom, G. (2019, September). Op weg naar een duurzame aardappelteelt bij verdroging. *Water Matters*, 24-27.
- Broere, A. (2020, Februari 12). Fertigatie in fritesaardappelteelt. (R. Tanis, Interviewer)
- CBS. (2017, februari 27). *Sterke schaalvergroting in de landbouw sinds 1950*. Opgehaald van CBS: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/09/sterke-schaalvergroting-in-de-landbouw-sinds-1950>
- Dam, A. v., Clevering, O., Voogt, W., Aendekerk, T., & Maas, M. v. (2007). *Zouttolerantie van landbouwgewassen*. Lisse: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
- Dam, C. v. (2019, Oktober 17). Fertigatie in fritesaardappelteelt. (R. Tanis, Interviewer)
- Dekkers, W. (2000). *Beregenen van akkerbouwen vollegrondsgroentegewassen*. Lelystad: Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt.
- Dogterom, J. (2016, September). Geen drup te veel. *LandbouwMechanisatie*, 40-41.
- Farm Frites. (2020). *Teeltbeschrijving Agria*.
- Farm Frites. (sd). *Growing together, standing together*. Opgeroepen op maart 26, 2020, van Farm Frites: <https://www.farmfrites.com/nl-nl/nieuwsoverzicht/growing-together-standing-together/>
- Franzen, F. (2020, Februari 20). Fertigatie in fritesaardappelteelt. (R. Tanis, Interviewer)
- Groen Kennisnet. (2016, november 21). *Perspectief voor fertigatie in buitenteelten*. Opgehaald van Groen Kennisnet: <https://www.groenkennisnet.nl/nl/groenkennisnet/show/Perspectief-voor-fertigatie-in-buitenteelten.htm>
- Groen Kennisnet. (sd). *Aardappelschurft*. Opgeroepen op Mei 23, 2020, van Groen Kennisnet: <https://wiki.groenkennisnet.nl/display/BEEL/Aardappelschurft>
- Gutezeit, B. (2005, Juni 01). Waarom heeft een plant water nodig? *Greenkeeper*, 22-23.
- Hak, P. (1998). *De aardappel als grondstof voor de verwerkende industrie*. Wageningen: ATO-DLO.
- Hartog, L. d. (2019, November 14). Fertigatie in fritesaardappelteelt. (R. Tanis, Interviewer)
- Helpdeskwater. (2009). *Nationaal Waterplan*.

- Hulshof, M., La Loma Gonzalez, B. d., Meijeren, S. v., Velstra, J., Waterloo, M., & Wildt, S. d. (2019). *Zuinig met zoetwater*. Gouda: Acacia Institute.
- Janssens, B. (2020, maart 2). *Structuur van de keten - Aardappel*. Opgehaald van Agrimatie - informatie over de agrosector:
<https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=3577&indicatorID=3591§orID=2417>
- Janssens, P. (2015, Oktober 16). Grotere oogst na irrigeren. *Boerenbond*, 18-19.
- Jeuken, A., Tolk, L., Stuyt, L., Delsman, J., Louw, P. d., Baaren, E. v., & Paalman, M. (2015). *Zelfvoorzienend in zoetwater: zoek de mogelijkheden*. Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.
- Kardux, A. (2019, December 13). Fertigatie in fritesaardappelteelt. (R. Tanis, Interviewer)
- Kikkert, A. (2009). *Sensingsystemen voor bodem en gewas ten behoeve van precisielandbouw. Overzicht van beschikbare producten*. Wijster: HLB.
- KNMI. (2019, juli 25). *Temperatuur door historische grens van 40°C*. Opgehaald van Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut: <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/temperatuur-door-historische-grens-van-40-c>
- Lokhorst, K., Dekker, P., Grashoff, K., Guiking, T., & Riet, S. v. (2003). *Perspectieven geleide bemesting in de open teelten: van deskstudie naar onderzoek*. Wageningen: Instituut voor Milieu- en Agritechniek.
- Maas, E. (1985). *Crop tolerance to saline sprinkling water*. Plant and Soil.
- Massop, H., Schuiling, C., & Veldhuizen, A. (2013). *Potentiele beregeningskaart 2012*. Wageningen: Alterra.
- Meijering, L. (2015, Juli 21). Druppelirrigatie moet zich bewijzen. *Boerderij*, 24-27.
- Meijering, L. (2016, Augustus 3). *Hoe druppelirrigatie je gewas kan verbeteren*. Opgehaald van Boerderij:
<https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2016/8/Druppelirrigatie-levert-niet-veel-extra-opbrengst-wel-betere-gewaskwaliteit-2848724W/>
- Meijering, L. (2019, Juli 30). Met druppelirrigatie water en mineralen beter benutten. *Boerderij*, 28-30.
- Merrienboer, S. v. (2018, Augustus). *De wereldwijde honger naar friet*. Opgehaald van RaboResearch Food & Agribusiness: https://research.rabobank.com/far/en/sectors/regional-food-agri/de_wereldwijde_honger_naar_friet.html
- Merrienboer, S. v. (2019, March). *World Potato Map 2019: Fries Are on the Menu Globally*. Opgehaald van RaboResearch Food & Agribusiness: https://research.rabobank.com/far/en/sectors/regional-food-agri/world_potato_map_2019.html
- Merrienboer, S. v. (sd). *Friet staat wereldwijd op het menu*. Opgeroepen op maart 26, 2020, van Rabobank:
<https://www.rabobank.nl/bedrijven/cijfers-en-trends/akkerbouw/world-potato-map/>
- Meulen, H. v. (2020, maart 17). *Areaal en aantal bedrijven*. Opgehaald van Agrimatie - informatie over de agrosector:
<https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2286&indicatorID=2014>
- Ministerie van Landbouw, N. e. (2020). *Actieprogramma klimaatadaptatie landbouw*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Oude Essink, G. (2009). *Zoet-zout grondwater in het kustgebied*. Utrecht: Deltares.

- Paauw, J. (2001). *Druppelirrigatie en fertigatie in Bintje consumptie-aardappelen*. Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- PCA, I. P. (2017, Mei 29). *Aardappelen zonder water*. Opgehaald van PCA, Inter provinciaal Proefcentrum voor de Aardappelteelt: <https://www.pcainfo.be/fr-fr/Kenniscentrum/Teelttechniek/category/teelttechniek/geen-aardappelen-zonder-water>
- Redactie Boerenbusiness. (2014, Juni 18). *Druppelirrigatie weer optie in aardappelen*. Opgehaald van Boerenbusiness: <https://www.boerenbusiness.nl/akkerbouw/aardappelen/artikel/10852478/druppelirrigatie-weer-optie-in-aardappelen>
- Rotman, E. (2019, Augustus 28). *Hitte en droogte zorgen voor verzilting. Is zoutwaterlandbouw het antwoord?* Opgehaald van Duurzaam bedrijfsleven: <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/landbouw/32261/verzilting-droogte-landbouw>
- Sicco Mansholt, *Een goede Europeaan*. (sd). Opgeroepen op maart 24, 2020, van Het Nieuwe instituut: <https://sicco-mansholt.hetnieuweinstituut.nl/nl>
- Smit, B. (2018). *Schets van de akkerbouw in Nederland: Structuur-, landschaps- en milieukeunenmerken die een relatie hebben tot biodiversiteit*. Den Haag: Wageningen Economic Research.
- Smit, P. (2018, december 14). *Land- en tuinbouw gaat personeelstekort voelen*. Opgehaald van Nieuwe Oogst: <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2018/12/14/land-en-tuinbouw-gaat-personeelstekort-voelen>
- Spengen, A. v. (2019, Oktober 2). *Fertigatie in fritesaardappelteelt*. (R. Tanis, Interviewer)
- Swaen, B. (2013, Oktober 10). *Wat is kwalitatief en kwantitatief onderzoek?* Opgehaald van Scribbr: <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/kwalitatief-vs-quantitatief-onderzoek/>
- Syngenta. (sd). *Voedselveiligheid en residuen van gewasbeschermingsmiddelen*. Opgeroepen op maart 25, 2020, van Syngenta: <https://www.syngenta.nl/over-syngenta/voedselveiligheid>
- Tholhuijsen, L. (2020, Februari 4). *Vocht- en nutriëntensensoren gaan helpen teelten te perfectioneren*. *Boerderij*.
- Tholhuijsen, L., Cooper, O., Knuivers, M., Meijering, L., & Smale, A. (2017, September 26). *Geen topopbrengst aardappelen, wel goed gemiddelde*. Opgehaald van Boerderij: <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2017/9/Geen-topopbrengst-aardappelen-wel-goed-gemiddelde-188641E/>
- Tönjes, J. (2019, September 9). *Bodem verwerkt ook natuurlijke regenval beter bij druppelirrigatie*. Opgehaald van Akkerwijzer: <https://www.akkervijzer.nl/artikel/217838-bodem-verwerkt-ook-natuurlijke-regenval-beter-bij-druppelirrigatie/>
- Verwer, F. (2020, Maart 4). *Fertigatie in fritesaardappelteelt*. (R. Tanis, Interviewer)
- Vlaswinkel, M., & Tramper, M. (2014). *Fertigatie in consumptieaardappel*. Westmaas: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Voskuilen, M. (2019, juni 11). *Areaal - Land- en tuinbouw*. Opgehaald van Agrimatie - informatie over de agrosector: <https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2286&indicatorID=2911>

- Vries, M. d. (2019, November 28). *Beschikbaar water belangrijker dan precisiebemesting*. Opgehaald van AkkerbouwActueel: <https://www.akkerbouwactueel.nl/nieuwsartikel/2019/-beschikbaar-water-belangrijker-dan-precisiebemesting-/b24g18c36o3998/>
- Wageningen University & Research. (2020, Maart 2). *De Aardappelketen*. Opgehaald van Agrimatie - informatie over de agrosector: <https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=3577&indicatorID=3591§orID=2417>
- Wageningen University & Research. (sd). *Grondsoortenkaart*. Opgeroepen op maart 28, 2020, van Wageningen University & Research: <https://www.wur.nl/nl/show/Grondsoortenkaart.htm>
- Waverijn, J. (2019, Oktober 21). Fertigatie in fritesaardappelteelt. (R. Tanis, Interviewer)
- Wiepkema, F. (2020, Januari 30). *Tot € 4.440 euro meeropbrengst in pootgoed dankzij druppelirrigatie*. Opgehaald van Akkerwijzer: <https://www.akkervijzer.nl/artikel/234982-tot-eur-4.440-euro-meeropbrengst-in-pootgoed-dankzij-druppelirrigatie/>
- Willemse, J. (2019, Oktober 4). Fertigatie in fritesaardappelteelt. (R. Tanis, Interviewer)
- Zijlmans, T. (2020, Februari 18). Fertigatie in fritesaardappelteelt. (R. Tanis, Interviewer)

Bijlage 1: Vragen interview

- Wat is uw naam?
- Welke functie heeft u binnen het bedrijf?
- Kunt u een omschrijving geven van het fertigatiesysteem?
- Wat zijn beweegredenen voor het aanleggen van fertigatie in de akkerbouw?
- Welke methoden van aanleg zijn mogelijk?
- Waarom wordt voor een bepaalde methode van aanleg gekozen?
- Wat zijn de voordelen en nadelen van deze methoden van aanleg?
- Wat zijn de aanlegkosten?
- Welke watergiftstrategieën zijn mogelijk?
- Welke meetgegevens zijn nodig om de watergiftstrategie te optimaliseren?
- Hoe wordt de waterkwaliteit bepaald?
- Wat zijn de voordelen en nadelen van het gebruik van oppervlaktewater?
- Welke (betaalbare) mogelijkheden zijn er om de waterkwaliteit te verbeteren tijdens inname?
- Welke bemestingsstrategieën zijn er mogelijk?
- Welke relatie ligt er tussen bemesting en opbrengst/kwaliteit?
- Hoe vindt de kwaliteitsbeoordeling van fritesaardappelen plaats?

Bijlage 2: Uitwerking interview J. Aarnoudse

Wat is uw naam?

J. Aarnoudse

Welke functie heeft u binnen het bedrijf?

Technisch specialist bemesting bij Van Iperen.

Kunt u een omschrijving geven van het fertigatiesysteem?

Irrigatiesysteem in combinatie met toedienen van vloeibare meststoffen.

Wat zijn beweegredenen voor het aanleggen van fertigatie in de akkerbouw?

Minder water en bemesting. Gebieden waar niet beregend kan worden.

Welke methoden van aanleg zijn mogelijk?

Tussen de aardappelruggen en bovenop de rug.

Waarom wordt voor een bepaalde methode van aanleg gekozen?

Kosten. Bovenop de rug kost meer maar heeft teelttechnische voordelen.

Wat zijn de voordelen en nadelen van deze methoden van aanleg?

Bovenop de rug kost meer maar heeft teelttechnische voordelen.

Welke watergiftstrategieën zijn mogelijk?

Let goed op de verdeling van het water. Als hier verschillen gaan ontstaan in opkomst blijven deze het hele seizoen zichtbaar. Let ook goed op dat de rug voldoende vochtig is. Wanneer de vochtverdeling in de rug niet optimaal is ontstaan scheuren. Sommige rassen hebben een moeizame knolzetting. Hierbij is dit nog belangrijker. Wanneer er op dat moment te weinig knollen worden aangelegd zal de uiteindelijke opbrengst niet maximaal zijn.

Welke meetgegevens zijn nodig om de watergiftstrategie te optimaliseren?

EC.

Hoe wordt de waterkwaliteit bepaald?

EC.

Wat zijn de voordelen en nadelen van het gebruik van oppervlaktewater?

EC en organische vervuiling.

Welke (betaalbare) mogelijkheden zijn er om de waterkwaliteit te verbeteren tijdens inname?

Water kan worden ontzout, dit is wel erg duur.

Welke bemestingsstrategieën zijn er mogelijk?

Alles via fertigatie, gedeelte via fertigatie. Op de grens wat betreft water en bemesting of juist erboven.

Welke relatie ligt er tussen bemesting en opbrengst/kwaliteit?

Let op verdeling van voedingsstoffen. Sommige meststoffen zijn positief geladen. Het kleihumuscomplex is negatief geladen. Hierdoor kan binding ontstaan.

Bijlage 3: Uitwerking interview A. van Spengen

Wat is uw naam?

A. van Spengen

Welke functie heeft u binnen het bedrijf?

Accountmanager Open Field bij Netafim.

Kunt u een omschrijving geven van het fertigatiesysteem?

Druppelslangen op of net onder de grond. Bij fertigatie worden ook meststoffen gedoseerd.

In fritesaardappelen wordt een zogenaamd Surface druppelsysteem geadviseerd. Dit systeem kan op of net onder de grond worden aangelegd. De druppelslangen, ook wel driplines genoemd, hebben een diameter van 22 millimeter en een wanddikte van 0,25 millimeter. Om de 40 centimeter is een druppelpunt aanwezig. De afgifte is 0,6 milliliter per druppelpunt per uur. Verder zijn de driplines voorzien van een uniek labrynt om overal in het systeem een gelijke druk te creëren.

Wat zijn beweegredenen voor het aanleggen van fertigatie in de akkerbouw?

Geven van de perfecte hoeveelheid water en voedingsstoffen.

Fertigatie resulteert in hogere opbrengsten door nauwkeurige irrigatie, ongeacht gewas, klimaat of bodemtype.

Welke methoden van aanleg zijn mogelijk?

Op de rug, net in de rug, tussen de rug (iedere rij of om-en-om).

Op de rug is eigenlijk niet ideaal. Kans op wegwaaien. Daarom bij het kiezen van een systeem waarbij op/in iedere rug een druppelslang wordt aangelegd beter in de rug.

Mooiste systeem is om iedere rug van een druppelslang te voorzien. Hierbij is de vochtinbreng het meest optimaal. Dit kost wel meer. Daarom eigenlijk alleen te adviseren in hoogwaardige teelten zoals pootgoed.

Waarom wordt voor een bepaalde methode van aanleg gekozen?

Kosten. Om iedere rug van een slang te voorzien kost 900 euro per hectare.

Om en om kost de helft. Dus 450 euro per hectare.

Wat zijn de voordelen en nadelen van deze methoden van aanleg?

Mooiste is in de rug. In iedere rug dus. Dit kost wel twee keer zoveel. Wel mooier. Anders groei naar de slang toe.

In de rug kan ook goedkopere slang dan op de grond tussen de ruggen. Dunnere slang kost 660 euro per hectare.

Let op kies voor lange rollen. Er zijn rollen beschikbaar van 1300 meter en 2200 meter. Rollen wisselen kost veel tijd.

Wat zijn de aanlegkosten?

Zie hierboven.

Hoe wordt de waterkwaliteit bepaald?

Een goede waterkwaliteit is belangrijk voor de pompen en voor het doseren van meststoffen.

Waterkwaliteit wordt bepaald aan de hand van de EC.

Wat zijn de voordelen en nadelen van het gebruik van oppervlaktewater?

EC van het water kan een gevaar vormen. EC loopt omhoog. Filters raken verstopt door zouten. Wel controle op het doseren van meststoffen. Deze worden gedoseerd op basis van de EC. Hierdoor is de EC die naar het gewas gaat nooit te hoog.

Bijlage 4: Uitwerking interview J. Willemse

Wat is uw naam?

J. Willemse

Welke functie heeft u binnen het bedrijf?

Adviseur Akkerbouw bij Delphy

Expertise economie, strategie, biodiversiteit en biologische landbouw

Kunt u een omschrijving geven van het fertigatiesysteem?

Druppelirrigatiesysteem waarbij ook meststoffen kunnen worden toegediend.

Wat zijn beweegredenen voor het aanleggen van fertigatie in de akkerbouw?

Verbruik van minder meststoffen. Bij strooien gaat altijd een deel van wat je toedient verloren. Bij dit systeem worden de meststoffen direct bij de plantwortels aangebracht.

Je geeft continue water. Stress voorkomen. Minder kans op doorwas. Egale groei.

Welke methoden van aanleg zijn mogelijk?

Dit is uiteindelijk een keuze van de ondernemer zelf. 1 slang per rug, bovenop (of eigenlijk net in de rug). Bij pootgoed vaak in de rug. Knolzetting en blanke aardappelen daar nog meer van belang dan in de fritesaardappelteelt. Bij pootgoed mag je niet beregenen, wel irrigeren. Ook tussen de ruggen mogelijk.

Waarom wordt voor een bepaalde methode van aanleg gekozen?

Geld is de belangrijkste reden.

Wat zijn de voordelen en nadelen van deze methoden van aanleg?

Bij slang bovenop de rug betere opname van meststoffen, minder schurft.

Tussen de rug: meer kans op scheuren en dus meer kans op groen.

Echter geen scheve groei.

Wat zijn de aanlegkosten?

Kan ik zo niet zeggen.

Welke watergiftstrategieën zijn mogelijk?

Op basis van vochtmeters. Op zicht.

Welke meetgegevens zijn nodig om de watergiftstrategie te optimaliseren?

Vochtmeters. Gevaar is wel als het systeem even niet werkt.

EC meten. EC kan een probleem zijn. Wanneer de EC te hoog is (7 – 8) kan de plant verbranden. Een EC van maximaal 4 is ideaal. Bij beregenen maximaal 3. Anders bladverbranding of bruine wortels.

Hoe wordt de waterkwaliteit bepaald?

EC.

Wat zijn de voordelen en nadelen van het gebruik van oppervlaktewater?

Kroos in het water. Organische vervuiling. EC kan erg variëren.

Wanneer het water vervuild is kunnen problemen ontstaan met het toedienen van meststoffen. Er kunnen kristallen worden gevormd. Als je weet welke meststof de problemen veroorzaakt kun je ervoor kiezen om deze meststof apart toe te dienen. Een andere optie is het aanzuren van de meststoffen. Hiermee wordt kristalvorming voorkomen.

Welke (betaalbare) mogelijkheden zijn er om de waterkwaliteit te verbeteren tijdens inname?

Een hoge EC kan problemen geven. Er is geen middel dat de EC kan verlagen. Er zijn eventueel wel apparaten die zout uit het water kunnen halen maar deze zijn erg duur. Meer water in de polder kan het probleem oplossen.

Filters kunnen het probleem van organische vervuiling oplossen. Voorfilter in de sloot. Filters vaak reinigen.

Welke bemestingsstrategieën zijn er mogelijk?

Voorkeur voor simpele meststoffen zoals kali en Urean. Hierbij basisbemesting vanuit dierlijke mest.

Bladsapmeting. Hiermee kun je bepalen of je een gift nog wel of niet moet toedienen.

Bij slang tussen de rug: wanneer eerste blad zichtbaar is, dan zijn de wortels bij de slang. Bemesting heeft alleen zin als de wortels de slang hebben bereikt.

Welke relatie ligt er tussen bemesting en opbrengst/kwaliteit?

Voorkom dat meststoffen kristallen gaan vormen. Dit zal de opbrengst negatief beïnvloeden. Ook in een nat jaar opletten dat voldoende bemesting kan worden gegeven.

Overige

Techniek is heel belangrijk. In sommige gevallen zien we problemen met het toedienen van meststoffen en water. Soms breken slangen. Voorkeur voor slangen zonder koppelingen. Deze bestaan echter nog niet voor grote oppervlakten.

Fertigatie biedt de grootste voordelen in een droog jaar. Wanneer de omstandigheden te nat zijn kunnen meststoffen niet goed worden toegediend. Meststoffen worden gegeven in combinatie met water. In een te nat jaar wordt het dan nog natter.

Zorg tijdens de knolzetting voor voldoende vocht. Anders te weinig knollen en lage opbrengst.

Om verstoppingen in het systeem te voorkomen na iedere gift spoelen.

Voordeel van het systeem is dat er een egalere groei en bloei is. Ook afsterven van het gewas verloopt meer egaal.

Vanuit vroeger is de denkwijze ontstaan dat aan het begin van de groei veel bemesting nodig is. Dit kan de plant gebruiken om te groeien. Na een aantal weken nieuwe bemesting zodat de plant hierop verder kan groeien. Met fertigatie ligt dit systeem anders. Er wordt geteeld in een vruchtbare bodem. Het gewas heeft in principe aan het begin geen bemesting nodig. Het heeft dan geen nut om een buffer aan te leggen. Ongeveer een week na het poten/zaaien starten met het geven van bemesting. Omdat er meerdere keren kleine hoeveelheden bemesting wordt toegediend, is er aan het begin geen grote buffer nodig waar het gewas een aantal weken op kan teren. Wel risico. Men is volledig afhankelijk van de techniek. Wanneer er een probleem ontstaat in het systeem kan er geen voeding aan de plant worden gegeven.

Bijlage 5: Uitwerking interview C. van Dam

Wat is uw naam?

C. van Dam

Welke functie heeft u binnen het bedrijf?

Projectcoördinator Innovatie en Productmanagement bij Van Iperen.

Kunt u een omschrijving geven van het fertigatiesysteem?

Druppelsysteem waaraan meststoffen worden toegevoegd.

Wat zijn beweegredenen voor het aanleggen van fertigatie in de akkerbouw?

Fertigatie wordt veel gebruikt in de tuinbouw en met succes. Planten krijgen exact wat ze nodig hebben. Hierdoor ontstaat een vitaal gewas.

Welke methoden van aanleg zijn mogelijk?

Tussen de rug of op de rug.

Waarom wordt voor een bepaalde methode van aanleg gekozen?

Prijs.

Wat zijn de voordelen en nadelen van deze methoden van aanleg?

Prijs.

Wat zijn de aanlegkosten?

Weet ik niet.

Welke watergiftstrategieën zijn mogelijk?

Aan de hand van meetgegevens bepalen of je de plant voldoende gaat geven of dat je op de grens gaat zitten. Water wordt in de toekomst schaars dus beter op de grens. Hierbij ook minder uitspoeling.

Doordat je water direct bij de wortel aanbrengt hoef je minder te geven.

Welke meetgegevens zijn nodig om de watergiftstrategie te optimaliseren?

Op basis van verdamping, bladoppervlak, temperatuur, luchtvochtigheid en neerslag kun je uitrekenen hoeveel millimeter je moet geven.

Hoe wordt de waterkwaliteit bepaald?

Aanwezigheid van organisch materiaal in het water.

Wat zijn de voordelen en nadelen van het gebruik van oppervlaktewater?

Het grootste voordeel van het gebruik van oppervlaktewater zijn de kosten. Er zijn echter ook verschillende nadelen te benoemen. Zo kan de EC van het water behoorlijk oplopen.

Welke (betaalbare) mogelijkheden zijn er om de waterkwaliteit te verbeteren tijdens inname?

De waterkwaliteit zou kunnen worden verbeterd door gebruik te maken van een grotere watergang. Hierdoor komt er minder organische vervuiling mee het systeem in.

De vraag moet altijd zijn wat mag het kosten en wat levert het op.

Welke bemestingsstrategieën zijn er mogelijk?

Bemesting verdelen over het groeiseizoen.

Ideaal: op basis van gewasgroeimodel. Hierna de keuze meer of minder toedienen dan gewenst.

Het is beter om iedere keer een beetje toe te dienen dan in één keer heel veel. Wanneer in één keer heel veel wordt gegeven meer kans op uitspoeling. Deel van wat je geeft gaat direct verloren.

Het heeft geen zin om een 'voedingsbuffer' aan te leggen direct aan het begin. Je geeft dan voedingsstoffen op een plek waar nog geen plant is. De bodem is sowieso al vruchtbaar dus de wortel groeit wel. Week na het planten starten met bemesting. Vanuit vroeger is de denkwijze ontstaan om aan het begin veel bemesting te geven. Met fertigatie geef je echter meerdere keren een beetje dus is er aan het begin geen grote buffer nodig. Risico is wel dat je afhankelijk bent van de techniek. Wanneer je iedere keer op de grens zit en de techniek niet meewerkt, loop je achter.

Ideaal zou zijn om net zoals in de tuinbouw met veel verschillende vaten meststoffen te werken. Dit is nu nog niet mogelijk.

Welke relatie ligt er tussen bemesting en opbrengst/kwaliteit?

Gewasbehoefte achterhalen. Daarna onderzoeken hoe dit ingevuld kan worden met meststoffen.

Bijlage 6: Uitwerking interview J. Waverijn

Wat is uw naam?

J. Waverijn

Welke functie heeft u binnen het bedrijf?

Akkerbouwer.

Kunt u een omschrijving geven van het fertigatiesysteem?

Druppelirrigatiesysteem waarbij ook meststoffen kunnen worden toegediend.

Wat zijn beweegredenen voor het aanleggen van fertigatie in de akkerbouw?

Ons bedrijf is gelegen in Zeeuws-Vlaanderen. We kunnen niet overal beregenen. Verzilting speelt hier heel erg. Beregening kan alleen uit bronnen. Kan zelfs niet altijd. Dit leidt tot opbrengstverliezen. We zijn daarom op zoek naar toekomstbestendige maatregelen om onze gewassen van voldoende zoet water te kunnen voorzien.

Welke methoden van aanleg zijn mogelijk?

Onze voorkeur gaat uit naar slangen op ongeveer een halve meter diepte. Deze kunnen enkele jaren mee. We kunnen dan gewoon grondbewerkingen uitvoeren.

Waarom wordt voor een bepaalde methode van aanleg gekozen?

Zie hierboven.

Wat zijn de voordelen en nadelen van deze methoden van aanleg?

Zie hierboven. Wel nadeel als bijvoorbeeld tarwe op het perceel staat. In dat jaar minder rendement. Onzeker of deze methode voldoende capaciteit geeft om zaad te laten kiemen.

Wat zijn de aanlegkosten?

Erg afhankelijk van het systeem wat je kiest.

Welke watergiftstrategieën zijn mogelijk?

Mogelijk kun je met minder water toe. Hier zijn we echter nog niet uit.

Welke meetgegevens zijn nodig om de watergiftstrategie te optimaliseren?

We maken gebruik van vochtsensoren.

Hoe wordt de waterkwaliteit bepaald?

Zoutgehalte.

Wat zijn de voordelen en nadelen van het gebruik van oppervlaktewater?

Zoutgehalte.

Welke (betaalbare) mogelijkheden zijn er om de waterkwaliteit te verbeteren tijdens inname?

N.v.t.

Welke bemestingsstrategieën zijn er mogelijk?

Mogelijk kun je met minder bemesting toe. Ons uitgangspunt is water.

Welke relatie ligt er tussen bemesting en opbrengst/kwaliteit?

N.v.t.

Bijlage 7: Uitwerking interview L. den Hartog

Wat is uw naam?

L. den Hartog

Welke functie heeft u binnen het bedrijf?

Akkerbouwer.

Kunt u een omschrijving geven van het fertigatiesysteem?

Druppelirrigatiesysteem waarbij ook meststoffen kunnen worden toegediend.

Wat zijn beweegredenen voor het aanleggen van fertigatie in de akkerbouw?

Toenemende verzilting in het gebied. Ik ben daarom op zoek naar mogelijkheden om mijn gewassen in de toekomst ook van voldoende zoet water te kunnen voorzien.

Welke methoden van aanleg zijn mogelijk?

Eenjarig maar ook systemen voor meerdere jaren.

Waarom wordt voor een bepaalde methode van aanleg gekozen?

Kosten van het systeem.

Wat zijn de voordelen en nadelen van deze methoden van aanleg?

Kosten van het systeem.

Wat zijn de aanlegkosten?

Ben ik nog niet achter.

Welke watergiftstrategieën zijn mogelijk?

Ben ik nog niet achter.

Welke meetgegevens zijn nodig om de watergiftstrategie te optimaliseren?

Zout in het water kunnen meten.

Hoe wordt de waterkwaliteit bepaald?

Zout.

Wat zijn de voordelen en nadelen van het gebruik van oppervlaktewater?

Zout.

Welke (betaalbare) mogelijkheden zijn er om de waterkwaliteit te verbeteren tijdens inname?

Geen idee.

Welke bemestingsstrategieën zijn er mogelijk?

Het gaat mij meer om het onderwerp water. Eerst dat goed op de rit. Daarna mogelijk ook fertigatie.

Welke relatie ligt er tussen bemesting en opbrengst/kwaliteit?

N.v.t.

Bijlage 8: Uitwerking interview A.J. Kardux

Wat is uw naam?

A.J. Kardux

Welke functie heeft u binnen het bedrijf?

Medewerker Franzen Landbouwbedrijf

Kunt u een omschrijving geven van het fertigatiesysteem?

Systeem van druppelleidingen waardoor ook bemesting kan worden toegediend.

Wat zijn beweegredenen voor het aanleggen van fertigatie in de akkerbouw?

We hebben op het bedrijf een groot areaal bij te houden. Beregenen kost veel tijd. Wanneer fertigatie dit zou kunnen oplossen zou dit veel schelen.

Welke methoden van aanleg zijn mogelijk?

Tussen en in de rug.

Waarom wordt voor een bepaalde methode van aanleg gekozen?

Kosten.

Wat zijn de voordelen en nadelen van deze methoden van aanleg?

Kosten.

Wat zijn de aanlegkosten?

Weet ik niet, maar heel veel. Meeste kosten zitten in arbeid.

Welke watergiftstrategieën zijn mogelijk?

Op basis van vochtsensoren.

Welke meetgegevens zijn nodig om de watergiftstrategie te optimaliseren?

Juiste gegevens vanuit vochtsensoren. In ons geval is gebleken dat de toediening vanuit het fertigatiesysteem te weinig volume bevat om te kunnen meten door de sensor. Alleen neerslag bevat voldoende volume om metingen te kunnen verrichten. Het vocht wat wordt gegeven wordt gewoon door het gewas opgenomen. Het gewas ervaart dus geen negatieve gevolgen maar de sensor suggereert een tekort aan vocht. Hierdoor wordt een vertekend beeld gecreëerd.

Hoe wordt de waterkwaliteit bepaald?

EC.

Wat zijn de voordelen en nadelen van het gebruik van oppervlaktewater?

EC kan een probleem zijn. EC hier tussen de 1 en 2,5. Niemand heeft schade gezien. EC van voeding lag uiteindelijk tussen de 4,5 en 5. De gedachte was maximaal 3. Dit kwam echter vanuit de tuinbouw. Door binding in de grond geen schade aan gewas gezien.

We dachten in het begin dat organische vervuiling misschien problemen zou opleveren maar dit bleek niet zo te zijn. Vervuiling komt eerder vanuit meststoffen. Door kristallisering.

Welke (betaalbare) mogelijkheden zijn er om de waterkwaliteit te verbeteren tijdens inname?

N.v.t. geen ervaring met slechte waterkwaliteit.

Welke bemestingsstrategieën zijn er mogelijk?

Alles via het systeem of nog apart bijstrooien.

Welke relatie ligt er tussen bemesting en opbrengst/kwaliteit?

Voldoende en op tijd bemesten voor voldoende opbrengst en goede kwaliteit.

Overige

Zorg aan het begin voor voldoende vocht. Anders te weinig tal.

Bijlage 9: Uitwerking interview A.J. Broere

Wat is uw naam?

A.J. Broere

Welke functie heeft u binnen het bedrijf?

Directeur bij Broere Berekening

Kunt u een omschrijving geven van het fertigatiesysteem?

Fertigatiesysteem = pompunit plus druppelslangen.

Pompunit zorgt voor aanvoer van water.

Wanneer het water de pomp heeft bereikt wordt de druk verhoogd.

Water wordt gefilterd.

Totaalvolume wordt gemeten.

Net na het filter aftakking op het leidingsysteem.

Meststoffendoseerstraten

Op basis van EC worden meststoffen toegevoegd

EC wordt handmatig gemeten

Maximale waarde kan worden ingesteld

Procescomputer stuurt de hoeveelheid meststoffen aan

Venturi-pomp doseert de meststoffen

Aan het eind filter voor zo min mogelijk organische vervuiling

Hoofdleiding op de kopakker of in het midden van het perceel. Afhankelijk van de lengte van het perceel. Maximaal 600 meter, anders verschil in afgifte.

Wat zijn beweegredenen voor het aanleggen van fertigatie in de akkerbouw?

Betere maatsortering en hogere opbrengst.

Welke methoden van aanleg zijn mogelijk?

Voor fritesaardappelteelt bevelen wij aan om de druppelslangen om en om tussen de ruggen aan te leggen. Het is echter ook mogelijk om iedere rug van een druppelslang te voorzien.

Waarom wordt voor een bepaalde methode van aanleg gekozen?

In dit geval vooral op basis van de kosten. Om en om de rug is goedkoper.

Wat zijn de voordelen en nadelen van deze methoden van aanleg?

Voordeel van deze methode zijn de kosten. Nadeel is dat het lastiger is om de rug van voldoende vocht te voorzien.

Wat zijn de aanlegkosten?

Om en om de rug kost 900 euro per hectare, iedere rug kost 450 euro per hectare.

Welke watergiftstrategieën zijn mogelijk?

Het advies is om niet dagelijks vocht en meststoffen te geven. Om de dag vier tot acht millimeter.

Welke meetgegevens zijn nodig om de watergiftstrategie te optimaliseren?

Hoeveelheid neerslag monitoren.

Hoe wordt de waterkwaliteit bepaald?

Door de EC van het water.

Wat zijn de voordelen en nadelen van het gebruik van oppervlaktewater?

EC kan een probleem zijn.

Welke (betaalbare) mogelijkheden zijn er om de waterkwaliteit te verbeteren tijdens inname?

Er zijn apparaten die de EC kunnen beïnvloeden. Deze zijn erg duur.

Welke bemestingsstrategieën zijn er mogelijk?

Hier heb ik te weinig kennis over.

Welke relatie ligt er tussen bemesting en opbrengst/kwaliteit?

Meeropbrengst van 25 tot 30 procent mogelijk.

Bijlage 10: Uitwerking interview T. Zijlmans

Wat is uw naam?

T. Zijlmans

Welke functie heeft u binnen het bedrijf?

Agronoom bij Farm Frites

Hoe vindt de kwaliteitsbeoordeling van fritesaardappelen plaats?

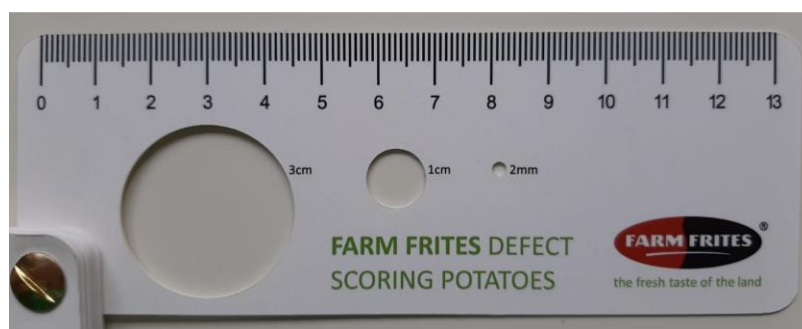
Farm Frites streeft altijd naar volledige garantie op voedselveilige producten. Hiervoor dienen alle telers een voedselveiligheidscertificaat te hebben. Een week voordat de aardappelen worden geleverd dienen de telers de teeltregistratie door te geven.

De aardappelen worden driemaal bemonsterd. De eerste keer wordt er een monster in het veld genomen. Het tweede bemonsteringsmoment vindt plaats wanneer de aardappelen de schuur ingaan. Ten slotte worden de aardappelen vlak voor de levering, ongeveer één week, bemonsterd. Op deze manier probeert Farm Frites constant een beeld te krijgen en behouden van de kwaliteit van de producten.

De belangrijkste kwaliteitsaspecten zijn de lengte, grofte, bakkleur en het onderwatergewicht van de partij. Verder worden de aardappelen beoordeeld op de volgende aspecten, de zogenaamde defects:

- | | |
|------------------------|-------------------------------|
| • Blauw | • Overige beschadigingen |
| • Glazigheid | • Productvreemde bestanddelen |
| • Groeischeuren | • Rasvermenging |
| • Groen: licht, donker | • Rhizoctonia: licht, zwaar |
| • Hol | • Rot |
| • Inwendig bruin | • Schilafwijkingen |
| • Kiemen | • Vleeskleur |
| • Kleikappen | • Vorstbeschadiging |
| • Kringerigheid | • Vreterij |
| • Misvormingen | • Zwarte harten |

De defects worden in vier klassen verdeeld: tot twee millimeter groot, tot een centimeter groot, tot drie centimeter groot en groter dan drie centimeter. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de kaart zoals weergegeven in afbeelding B10.



Afbeelding B10: Defects kaart

Bijlage 11: Uitwerking interview F. Franzen

Wat is uw naam?

F. Franzen

Welke functie heeft u binnen het bedrijf?

Directeur Franzen Landbouwbedrijf

Kunt u een omschrijving geven van het fertigatiesysteem?

Systeem van druppelleidingen waardoor ook bemesting kan worden toegediend.

Wat zijn beweegredenen voor het aanleggen van fertigatie in de akkerbouw?

Arbeid, verzilting (in de toekomst), minder water en meststoffen, mogelijk minder gewasbeschermingsmiddelen.

Welke methoden van aanleg zijn mogelijk?

In/op en tussen de ruggen.

Waarom wordt voor een bepaalde methode van aanleg gekozen?

Teeltdoel.

Wat zijn de voordelen en nadelen van deze methoden van aanleg?

Verdeling van het vocht.

Wat zijn de aanlegkosten?

Fertigatie is erg arbeidsintensief. Daarbij moet wel worden gezegd dat er nog veel onbekendheid is met het systeem dus dat daar extra tijd in gaat zitten. Vooral het aanleggen en verwijderen van de driplines neemt veel tijd in. Vooral in de drukke perioden van poten en rooien is dit eigenlijk ongewenst. Het aanleggen en verwijderen heeft ongeveer 13.500 euro gekost. Mogelijk kan hierop worden bespaard.

De totale kosten komen op ongeveer 100.000 euro. Deze kosten zullen wel ergens moeten worden terugverdiend om fertigatie rendabel te kunnen maken. Gemiddeld leveren fritesaardappelen 130 euro per ton op. Naar verwachting kan er een meeropbrengst van 5 ton per hectare worden behaald. Er is dan nog een flink gat.

Beregenen kost ongeveer 200 euro per hectare. Hier zijn alle werknemers mee bekend.

Welke watergiftstrategieën zijn mogelijk?

Wens om sensoren in verbinding te zetten met het systeem.

Welke meetgegevens zijn nodig om de watergiftstrategie te optimaliseren?

Neerslag, verdamping etc.

Hoe wordt de waterkwaliteit bepaald?

Door middel van de EC. Is hier prima.

Wat zijn de voordelen en nadelen van het gebruik van oppervlaktewater?

In het begin dachten we dat organisch materiaal in het water misschien problemen zou opleveren. Dit bleek gelukkig niet zo te zijn. Vervuiling komt uit meststoffen. Daarom op zoek naar geschikte meststoffen. EC kan in sommige gebieden een probleem zijn maar is hier niet het geval.

Welke (betaalbare) mogelijkheden zijn er om de waterkwaliteit te verbeteren tijdens inname?
N.v.t.

Welke bemestingsstrategieën zijn er mogelijk?

Meststoffen kunnen voor problemen zorgen. Daarom op zoek naar geschikte meststoffen.

Welke relatie ligt er tussen bemesting en opbrengst/kwaliteit?

Zie hierboven.

Overige

Kosten! Is nu veel te duur om een rendabele oplossing te bieden. Alle projecten die nu worden gedaan krijgen subsidie, anders niet mogelijk.

Bijlage 12: Uitwerking interview D. Bakker

Wat is uw naam?

D. Bakker

Welke functie heeft u binnen het bedrijf?

Technisch directeur bij Van Iperen.

Kunt u een omschrijving geven van het fertigatiesysteem?

Komt vanuit de tuinbouw. Systeem waardoor water en voedingsstoffen bij de plant worden gebracht.

Wat zijn beweegredenen voor het aanleggen van fertigatie in de akkerbouw?

Water en voedingsstoffen kunnen direct bij de plant worden aangebracht.

Welke methoden van aanleg zijn mogelijk?

Bovengronds en ondergronds.

Waarom wordt voor een bepaalde methode van aanleg gekozen?

Gewas. Eenjarig of meerjarig systeem.

Wat zijn de voordelen en nadelen van deze methoden van aanleg?

Eenjarig systeem is kwetsbaarder maar goedkoper. Meerjarig systeem kan meer hebben maar is ook duurder.

Wat zijn de aanlegkosten?

Afhankelijk van hierboven.

Welke watergiftstrategieën zijn mogelijk?

Voorkeur om exact te geven wat nodig is.

Welke meetgegevens zijn nodig om de watergiftstrategie te optimaliseren?

Verdamping, groei, neerslag.

Hoe wordt de waterkwaliteit bepaald?

Zoutconcentratie in het water.

Wat zijn de voordelen en nadelen van het gebruik van oppervlaktewater?

Zoutconcentratie in het water. Organisch materiaal.

Welke (betaalbare) mogelijkheden zijn er om de waterkwaliteit te verbeteren tijdens inname?

Peroxide reageert met koolstofverbindingen tot CO₂ en water. Hiermee is organische vervuiling op te lossen. De neerslag in het systeem zal gedurende het seizoen vermeederen. Er wordt geadviseerd om deze toepassing half in het seizoen te doen. Hiermee wordt vrijwel alle neerslag in het filter opgelost. De verwachting is dat een eenmalige toepassing per seizoen voldoende moet zijn. Aandachtspunt is wel dat er CO₂ ontwijkt en er dus een mogelijkheid moet zijn om te ontluchten.

Welke bemestingsstrategieën zijn er mogelijk?

Voorkeur voor een tuinbouwmethode.

Welke relatie ligt er tussen bemesting en opbrengst/kwaliteit?

Exact geven wat nodig is geeft uiteindelijk het hoogste rendement.

Bijlage 13: Uitwerking interview F. Verwer

Wat is uw naam?

F. Verwer

Welke functie heeft u binnen het bedrijf?

Business Support Manager bij Van Iperen.

Kunt u een omschrijving geven van het fertigatiesysteem?

Toepassing van kunstmest, bodemverbeteraars of andere in wateroplosbare producten door middel van een irrigatiesysteem.

Wat zijn beweegredenen voor het aanleggen van fertigatie in de akkerbouw?

Diverse teelten komen als gevolg van regelgeving (toepassen van minder mineralen, minder gewasbescherming, voldoen aan de nitraatrichtlijn), maar ook als gevolg beperkte beregeningsmogelijkheden en verdroging/klimaatverandering onder druk te staan. Fertigatie is wellicht een teeltmethodiek die standaard kan worden.

Welke methoden van aanleg zijn mogelijk?

Onder de grond maar ook bovengronds. Tussen de ruggen, in de ruggen, op de ruggen.

Waarom wordt voor een bepaalde methode van aanleg gekozen?

Prijs.

Wat zijn de voordelen en nadelen van deze methoden van aanleg?

Prijs/kwaliteit.

Wat zijn de aanlegkosten?

Weet ik niet.

Welke watergiftstrategieën zijn mogelijk?

Fertigatie is een methode van telen die water en voeding dicht bij de plant brengt. Milieutechnisch is dit interessant, omdat er minder uit en afspoeling zal plaatsvinden door de geleidelijke afgifte. Verder zien we vanuit klimaatverandering de discussie over waterbeschikbaarheid, waterbuffering enz. Middels fertigatie hoeft er minder water gegeven te worden in vergelijking met beregening = maatschappelijk voordeel. De wijze van toedienen verlaagd ook brandstofverbruik, gebruik van gbm en meststoffen. Dit zijn effecten die het streven naar verduurzaming van landbouw een impuls geven.

Welke meetgegevens zijn nodig om de watergiftstrategie te optimaliseren?

Waterbeschikbaarheid, waterbuffering, waterkwaliteit.

Hoe wordt de waterkwaliteit bepaald?

Kwaliteit is eigenlijk nog belangrijker dan kwantiteit. EC, natriumgehalte, ijzergehalte moeten op goed niveau zijn en vooral niet te hoog. Vooral ijzer kan tot verstopping in het systeem leiden. Daarnaast kan het nadelig zijn voor de fosfaatopname. Dit is echter niet heel anders dan bij beregening. Bruinrot kan een risico zijn. In dat geval is een watervoorziening uit een bron de beste optie.

Wat zijn de voordelen en nadelen van het gebruik van oppervlaktewater?

Zie hierboven.

Welke (betaalbare) mogelijkheden zijn er om de waterkwaliteit te verbeteren tijdens inname?

Zie hierboven.

Welke bemestingsstrategieën zijn er mogelijk?

De bodem vormt de basis, bodemvoorraad, toestand en algehele gebruiksruimte. Met fertigatie kan er gebruik gemaakt worden van het meststoffenrekenprogramma's uit de tuinbouw om naar optimale gift en benutting te komen. Aanvullend kan ook de juiste meststof gekozen worden. Hier liggen kansen voor andere meststoffen dan gangbaar in de akkerbouw.

Welke relatie ligt er tussen bemesting en opbrengst/kwaliteit?

Adviseren van meststoffen gaat volgens het 4J-principe (juiste meststof, juiste plaats, juiste hoeveelheid en juiste tijdstip). Plant heeft nog steeds dezelfde elementen nodig. Door middel van fertigatie is beter te sturen in het moment van groei en groeistadium.

Op het gebied van type meststoffen, toedieningsmethodieken is nog veel te onderzoeken. Tot nu toe is er te weinig praktijkervaring en kunnen we van elkaar (tuinbouw en akkerbouw) leren. Indien fertigatie binnen akkerbouw grotere vormen gaat aannemen, dan wordt opleiding van adviseurs en/of teeltspecialisten een belangrijk aandachtspunt. Immers de tuinbouwspecialisten die nu ervaring hebben met fertigatie en vloeibare meststoffen hebben hun eigen klanten en expertise op gewasniveau in de tuinbouw. Een ander aspect (hierboven al genoemd) is eventuele andere meststoffen die beter passen in het fertigatiemodel i.p.v. de akkerbouwmeststoffen.

Fertigatie lijkt in eerste instantie alleen gericht op het voeden van planten en het voldoende vochtig houden van de bodem, maar er liggen hier ook kansen op het gebied van gewasbescherming. Door het gericht toepassen van meststoffen en vocht beter te doseren is de verwachting dat dit een positief effect heeft op de gezondheid van de plant en hierdoor een andere gewasbeschermingsstrategie mogelijk is. Met het wegvallen van chemische stoffen en beperkingen van toepassingsmogelijkheden is de gedachte dat we met fertigatie een gezondere en robuustere plantengroei hebben, waarbij de vatbaarheid van ziektes en druk van insecten vermindert. Toediening van gewasbescherming via fertigatie of toedienen van biostimulanten is nog onvoldoende onderzocht.

Overige

Door het gericht geven van waterhoeveelheden middels fertigatieslangen, ten opzichte van beregeningshaspels of regenbomen, is er minder water nodig. Minder water, maar ook naar behoefte geven. Tijdens het beregenen met een haspel of boom kunnen waterhoeveelheden nooit exact gegeven worden. Bovendien zal een deel verdampen of sneller wegzakken als gevolg van vaak een te hoge watergift. Bovendien is de watergift nooit continue, maar wordt periodiek herhaalt, afhankelijk van de waterbeschikbaarheid van de plant in de grond. Een ander groot voordeel is dat het gewas als droog blijft en ook geen plens water te verduren krijgt. De kans op schimmelinfecties kan hierdoor afnemen. Maar let op: weersinvloeden.

Op dit moment is niet mogelijk om een duidelijk verdienmodel neer te zetten. Er liggen echter wel veel kansen en mogelijkheden, maar daarvoor zal er meer onderzoek en kennis vergaard moeten worden.

Bijlage 14: Teeltbeschrijving Agria



AGRIA



Raskenmerken

Algemene karakteristieken

- Kweker: Agrico
- Kruising: Quarta x Semlo
- Rijptijd: Laat
- Knolvorm : Ovaal
- Knolaantal : 7-9
- Vleeskleur: Geel
- Schilkleur: Geel
- Ogen: Vlak
- Besvorming: Geen
- OWG : Laag tot gemiddeld

Resistenties

- AM : A-9
- Wratziekte : Resistent (9)



Planten

Plantafstanden

	75 cm	90 cm
- 35/50:	30 cm 3000 kg	25 cm 3000 kg
- 50/55s:	28 cm 3200 kg	24 cm 3200 kg

Pootgoed

- Sterke kiemrust
- Regelmatige oogverdeling
- Ontsmetten tegen Rizoctonia bij zichtbare aantasting
- Pootdiepte: Bovenkant poter 2 cm onder maaiveld



Farm Frites International BV besteedt uiterste zorg aan deze publicatie, maar is niet aansprakelijk voor eventuele schade of gevolgen bij gebruik van gegevens uit deze publicatie.

Bemesting		
Stikstof - +/- 225 kg - Gedeeld : - 75 % voor opkomst - 25 % bij bloei	Kalium - Volgens advies - Minimaal 300 kg - Pas op met Chloor	Fosfaat - Volgens advies
Groeiseizoen		
Algemene karakteristieken - Beginontwikkeling : Goed - Loofontwikkeling : Zeer goed dekkend - Loof : Vrij stevig en lang loof - Loofdoden : 1 keer bij afrijping	Aandachtspunten - Sencor : Ongevoelig - Doorwas : Vrij ongevoelig - Phytophthora : Gevoelig in loof - Alternaria: Matig gevoelig	
Bewaren		
Algemeen - Snel droogblazen zéér belangrijk - Bewaartemperatuur : 6 graden	Kiemremming - CIPC aan de basis is mogelijk - Goede kiemrust	



Bijlage 15: Data vanuit procescomputer

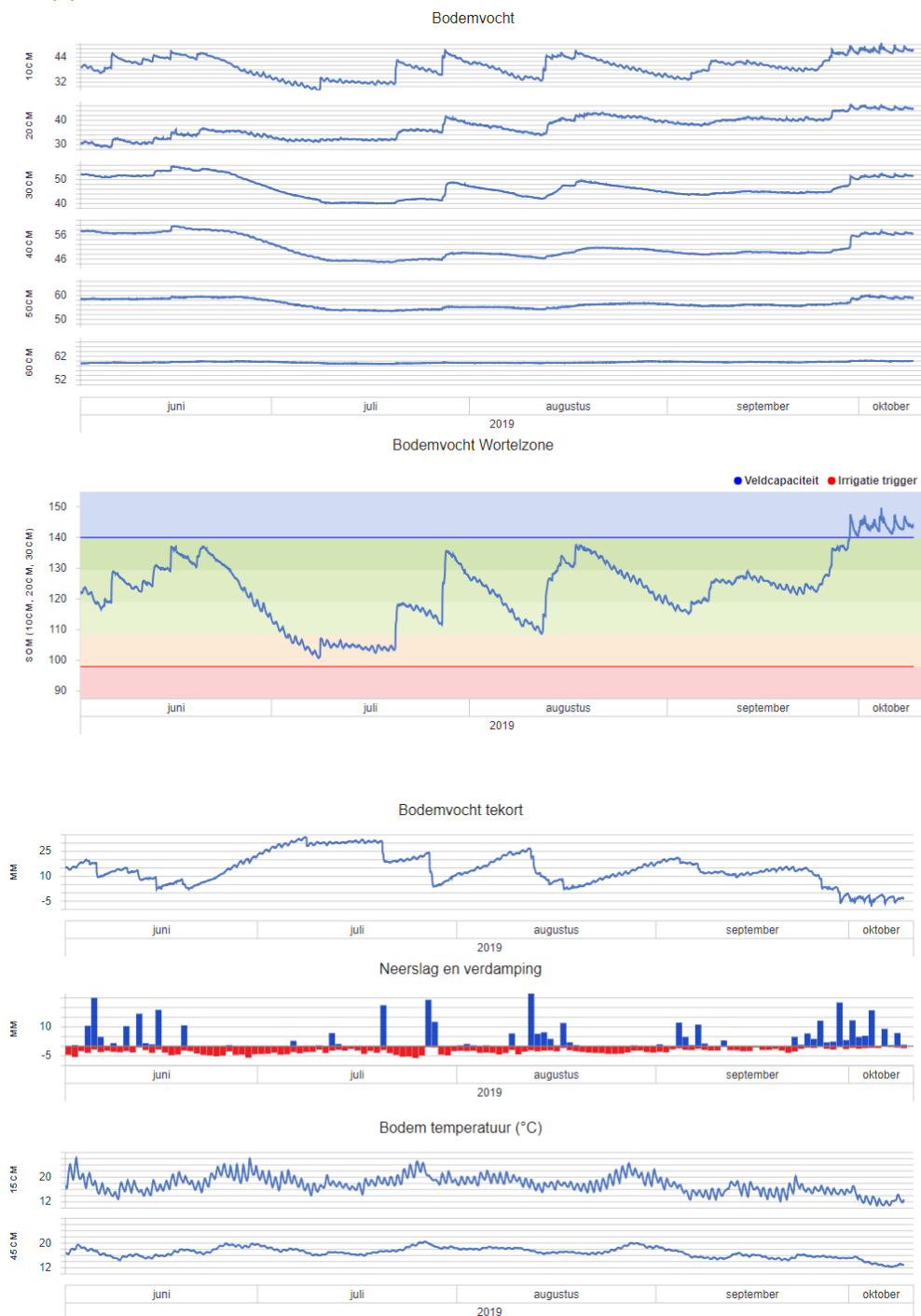
	Volume etmaal 1	Volume etmaal 2	Volume etmaal 10	Duur etmaal 1	Duur etmaal 2	Duur etmaal 10	Starts 1	Starts 2	Starts 10	groep 1	groep 2	groep 10
	liter	liter	liter	seconde	seconde	seconde				m3/uur	m3/uur	m3/uur
6-6-2019 00:00:00	1.577	129.037	-	172	13.837	-	1	8	0	33,0	33,6	
7-6-2019 00:00:00	-	138.836	-	-	14.408	-	0	1	0		34,7	
8-6-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
9-6-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
10-6-2019 00:00:00	-	275.748	-	-	28.804	-	0	1	0		34,5	
11-6-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
12-6-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	1	0			
13-6-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
14-6-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
15-6-2019 00:00:00	-	265.716	-	-	28.806	-	0	0	0		33,2	
16-6-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
17-6-2019 00:00:00	-	273.617	-	-	28.806	-	0	1	0		34,2	
18-6-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
19-6-2019 00:00:00	-	275.455	-	-	28.803	-	0	1	0		34,4	
20-6-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
15-7-2019 00:00:00	-	20.176	-	190	1.974	-	2	1	0	0,0	36,8	
16-7-2019 00:00:00	-	3.005	4.415	66	312	671	0	2	1	0,0	34,7	23,7
17-7-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	1	0			
18-7-2019 00:00:00	-	646.787	-	-	75.610	-	0	0	0		30,8	
19-7-2019 00:00:00												
20-7-2019 00:00:00												
21-7-2019 00:00:00	-	-		-	-		0	1				
22-7-2019 00:00:00												
23-7-2019 00:00:00	-	658.674	-	-	75.610	-	0	1	0		31,4	
24-7-2019 00:00:00												
25-7-2019 00:00:00												
26-7-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
27-7-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
28-7-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
29-7-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
30-7-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
31-7-2019 00:00:00	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
1-8-2019 00:00:00	-	730.063	-	-	83.409	-	0	1	0		31,5	
2-8-2019 00:00:00	-	131.541	-	-	14.404	-	0	1	0		32,9	
3-8-2019 00:00:00	-	264.453	-	-	28.810	-	0	2	0		33,0	
4-8-2019 00:00:00	-	132.350	-	-	14.402	-	0	1	0		33,1	

Figuur B15: Data procescomputer

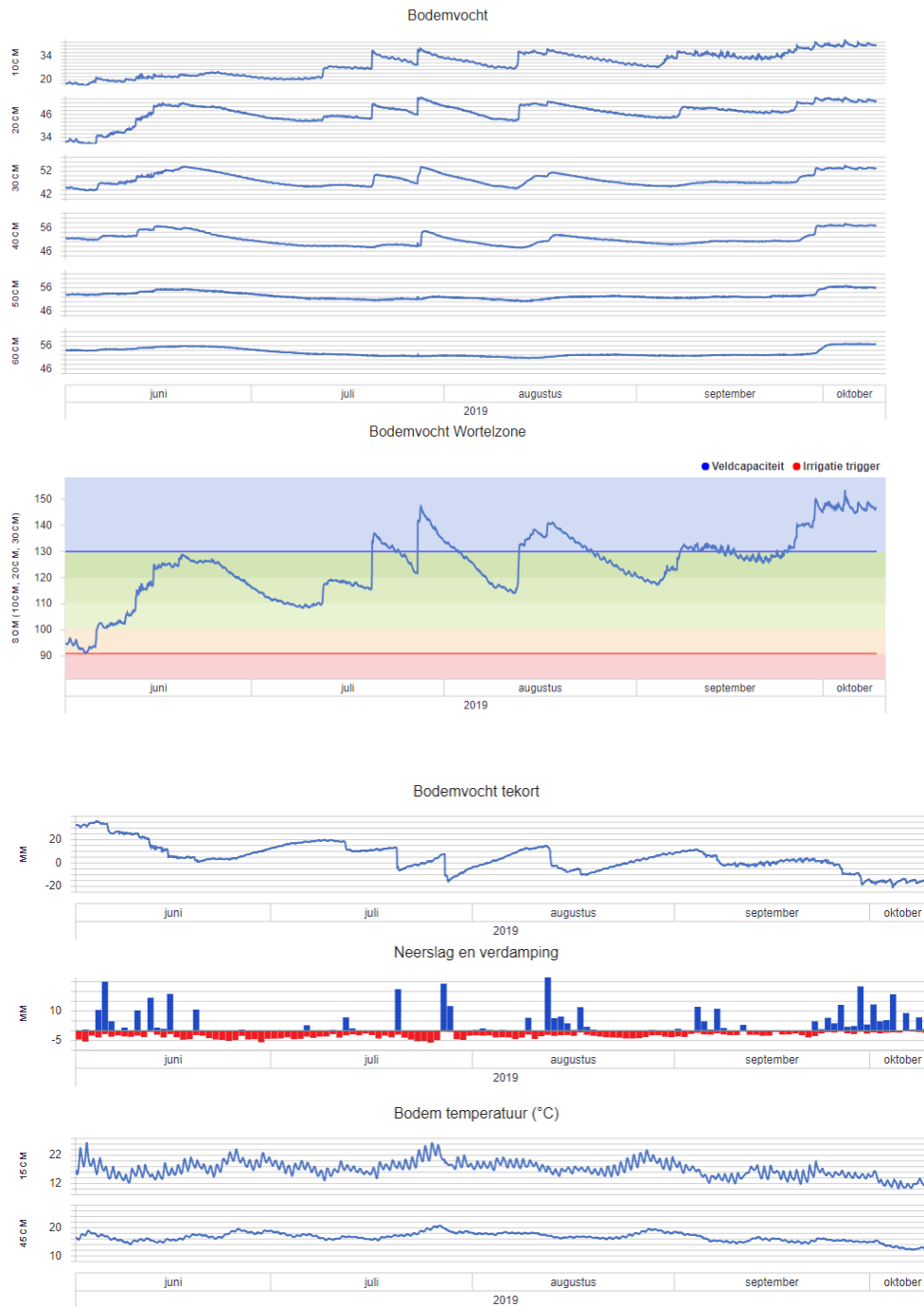
Bijlage 16: Data vochtsensoren

In volgende grafieken is het verloop van het beschikbare bodemvocht weergegeven. Hierin staan de begrippen 'voor' en 'achter' over de plaats van de sensor, dus voor en achter op het perceel. Het begrip 'droog' wil zeggen dat de vochtsensor tussen de ruggen heeft gestaan waar geen dripline is aangelegd. Wanneer het begrip 'droog' niet wordt benoemd wil dit zeggen dat de vochtsensor tussen de ruggen heeft gestaan waar een dripline is aangelegd.

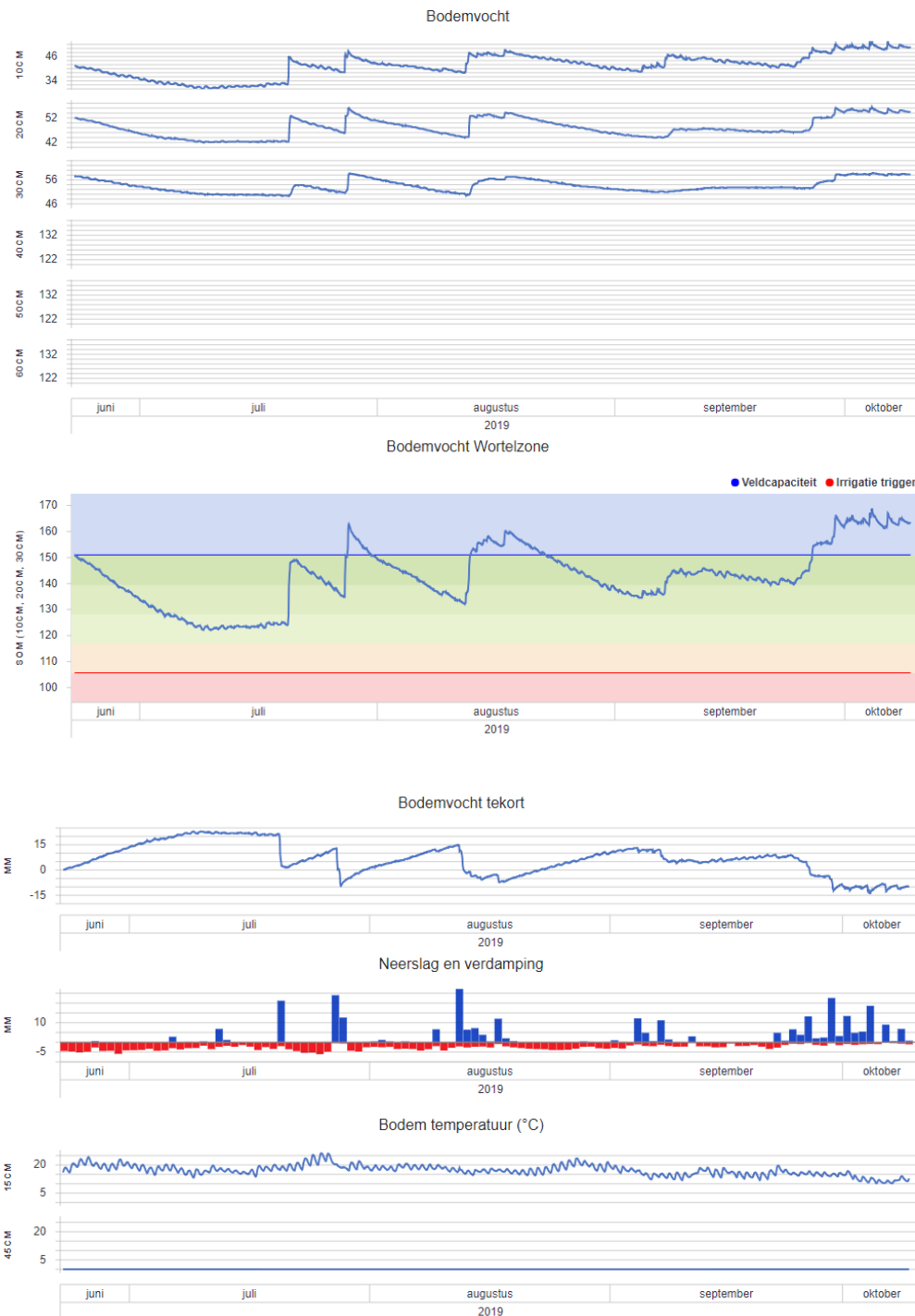
Aardappel voor



Aardappel achter



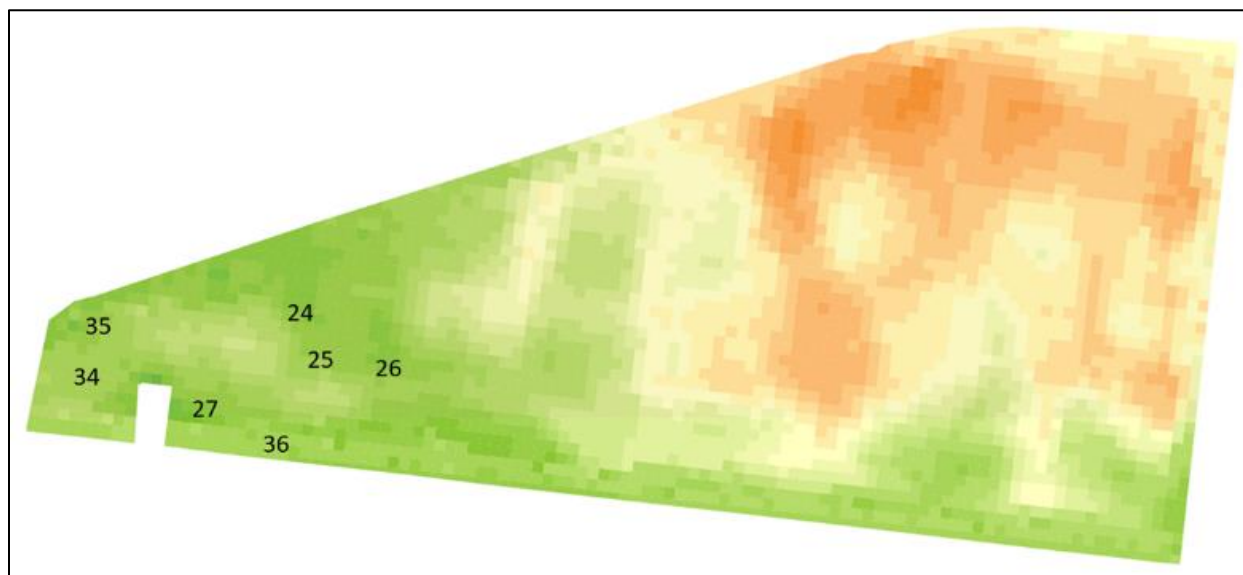
Aardappel achter droog



Bijlage 17: Resultaten proefrooijing

Op 8 oktober 2019 is een proefrooijing uitgevoerd. Hierbij zijn op een zevental plekken monsters genomen. Dit is gedaan op basis van de zogenaamde potentiekaart van Van Iperen. De plaatsen waar de monsters zijn genomen zijn op gelijke potentie. Dat wil zeggen dat de grondsoort op deze plaatsen gelijk is. De rode gedeelten zijn lage potentie, de groene gedeelten staan voor hoge potentie. Omdat de rode gedeelten alleen op gefertigeerd liggen wordt enkel een vergelijking gemaakt tussen de gedeelten met hoge potentie.

De potentiekaart met de nummers van de plaatsen waar de monsters genomen zijn, is weergegeven in afbeelding B17.1. De nummers 24 tot en met 27 staan hierbij voor het gefertigeerde gedeelte. De nummers 34 tot en met 36 zijn genomen in het niet-gefertigeerde gedeelte. In tabel B17.2 is de verkregen data van de proefrooijing weergegeven.



Afbeelding B17.1: Potentiekaart met monsters

locatie	Planten	Stengels	OWG	kn 0-35	kn 35-40	kn 40-45	kn 45-50	kn 50-55	kn 55-60	kn 60-65	kn 65-70	kn 70-99	kn 0-40/m	kn 40-50 /m	kn 50-60 /m	kn 60-70 /m	kn >70 /m	
24	11	38	376,45	19	9	15	14	8	3	5	4	2	9,33	9,67	3,67	3,00	0,67	
25	12	43	359,14	13	9	8	13	8	11	6	1	1	7,33	7,00	6,33	2,33	0,33	
26	11	39	401,09	31	20	6	13	7	5	6	2	4	17,00	6,33	4,00	2,67	1,33	
27	12	41	376,45	18	9	8	17	15	18	6	15	6	9,00	8,33	11,00	7,00	2,00	
34	11	36	352,29	7	10	15	9	13	11	11	3	6	5,67	8,00	8,00	4,67	2,00	
35	10	32	371,02	12	9	8	10	13	10	14	5	11	7,00	6,00	7,67	6,33	3,67	
36	11	39	387,33	28	12	19	13	15	13	10	4	18	13,33	10,67	9,33	4,67	6,00	
gr 0-35	gr 35-40	gr 40-45	gr 45-50	gr 50-55	gr 55-60	gr 60-65	gr 65-70	gr 70-99	gr 0-40	gr 40-50	gr 50-60	gr 60-70	gr >70	0-40 t/ha	40-50 t/ha	50-60 t/ha	60-70 t/ha	>70 t/ha
662	460	1665	1706	766	1306	1743	1020	1482	1122	3371	2072	2763	1482	4,74	14,23	8,75	11,67	6,26
413	583	674	1232	1702	3488	1191	177	386	996	1906	5190	1368	386	4,21	8,05	21,91	5,78	1,63
1148	1336	845	2332	1582	1614	2357	1631	3853	2484	3177	3196	3988	3853	10,49	13,41	13,49	16,84	16,27
672	781	606	2017	2662	3594	1632	4333	2648	1453	2623	6256	5965	2648	6,13	11,07	26,41	25,19	11,18
178	441	1053	806	1706	1753	2679	1297	3043	619	1859	3459	3976	3043	2,61	7,85	14,60	16,79	12,85
286	430	623	993	1628	1567	2861	1670	4823	716	1616	3195	4531	4823	3,02	6,82	13,49	19,13	20,36
555	676	1535	1205	2121	2206	2982	2306	6397	1231	2740	4327	5288	6397	5,20	11,57	18,27	22,33	27,01

OWG	Netto_Gewicht	Netto 40-60	Netto 28-60	Netto >40	Netto >50	Stengels/knol	Knollen/stengel	Knollen/meter	>50mm gewicht	>50mm knollen
376,45	45,64	24,19	32,28	40,90	26,67	3,45	2,08	26,33	58,44	27,85
359,14	41,57	31,54	37,45	37,37	29,32	3,58	1,63	23,33	70,53	38,57
401,09	70,50	28,32	42,50	60,01	46,60	3,55	2,41	31,33	66,10	25,53
376,45	79,99	39,46	47,68	73,86	62,78	3,42	2,73	37,33	78,49	53,57
352,29	54,70	23,64	35,63	52,09	44,24	3,27	2,36	28,33	80,87	51,76
371,02	62,83	21,38	34,21	59,81	52,98	3,20	2,88	30,67	84,33	57,61
387,33	84,37	31,41	45,28	79,18	67,61	3,55	3,38	44,00	80,13	45,45

Tabel B17.2: Data proefrooijing

Bijlage 18: Kwaliteitsnormen fritesaardappelen

Bij het afleveren worden de aardappelen gecontroleerd op een aantal punten. De partij dient geschikt te zijn voor de verwerking tot het doel wat voorafgaand gezamenlijk tussen de verwerker en teler is vastgesteld. Een partij aardappelen dient altijd te voldoen aan alle voorschriften met betrekking tot het gebruik en de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen, residuen van gewasbeschermingsmiddelen en zware metalen. Verder dienen de aardappelen geteeld en gecertificeerd te zijn volgens geselecteerde certificaten. Ook moet de partij voorzien zijn van een volledige teeltregistratie. Daarnaast dienen de aardappelen volledig vrij te zijn van quarantaineziekten zoals ringrot of bruinrot of zelfs maar een verdenking daarvan door de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA). Ook dient de leverancier productvreemde bestanddelen in de partij te verwijderen. Verder is het leveren van genetisch gemodificeerde aardappelen niet toegestaan en is de leverancier verantwoordelijk voor het leveren van de rassen onder de juiste rasnaam (rasechtheid).

De bemonstering bestaat uit een drietal onderdelen: veldmonsters, inschuurmonsters en boxmonsters. Monsternamen vindt plaats door het nemen van een monster, minimaal 20 kilogram, dat uit minimaal 3 deelmonsters bestaat. De aardappelen worden geschild. Aardappelen die geleverd worden voor vlokken worden alleen gewassen. In het verdere van dit rapport wordt enkel ingegaan op de kwaliteitsbeoordeling van frites.

Allereerst wordt het percentage drijvers bepaald. Vervolgens wordt het onderwatergewicht vastgesteld. De afkeurgrens op basis van het onderwatergewicht is een minimum van 360 gram. Voor koelvers geldt een minimum van 310 gram. Wanneer de verwerkende partij echter mogelijkheden ziet om een partij met een te laag onderwatergewicht toch te verwerken zal een korting worden toegepast. Vervolgens wordt het monster op de volgende aspecten gekeurd: alle aardappelvreemde bestanddelen, knollental 40/+, temperatuur (minimaal 5 knollen), ondermaat <28mm, maatafwijking gesorteerd product en onderwatergewicht 40/+. Daarna worden 100 knollen op de volgende aspecten gekeurd: uitwendige kiemen, kleikappen, schilafwijking, rimpeligheid, misvormde knollen, groeischeuren, groen, rot, Phytophthora, vorstbeschadiging, beschadigingen, blauwverkleuring, geur en glazigheid. Na het doorsnijden van 100 knollen wordt op de volgende aspecten gekeurd: inwendige kiemen, holheid, zwarte harten, vretelij, vleesgebreken (inwendig bruin, kringerigheid), afwijkende vleeskleur, rasvermenging of te veel ras/kleurverschillen. Na het bakken van minimaal 20 staafjes wordt gekeurd op bakkleur en suikerpunten. Hiervoor worden minimaal 20 gezonde knollen uit het monster genomen. Hier worden door middel van een snijder in de lengterichting staafjes van 10 x 10 millimeter uitgesneden. Het monster dient te bestaan uit één staaf van iedere knol, gesneden uit het hart van de aardappel. Vervolgens worden de staafjes met water afgespoeld, waardoor aanhangend water wordt verwijderd. Hierna worden de staafjes vijf minuten gebakken in plantaardig vet. De temperatuur bij het bakken is 180 graden. Na het bakken wordt het vet verwijderd en worden de staafjes gekeurd op bakkleur door middel van een kleurenkaart. Hierbij worden de kleuren ingedeeld in de klasse 000, 00, 0, 1, 2, 3 en 4. Wanneer de uiteinden van de staafjes tot circa 2 centimeter duidelijk donker verkleuren, kleurenschaal 3 of 4, wordt gesproken van suikerpunten. Vervolgens wordt het puntentotaal berekend. Ieder kwaliteitsaspect is gekoppeld aan een factor in de puntentelling. De waarden worden voor alle 100 knollen opgeteld. Dit is het puntentotaal. In bijlage ... zijn de kwaliteitsnormen inclusief factor weergegeven. (Aviko, 2017)

Overzicht kwaliteitsnormen			
		Frites e.a. voorgebakken aardappelproducten	
	Kwaliteitsgegevens	Kortingen	Afkeurgrens*
1	Temperatuur		< 6°C
2	Onderwatergewicht excl. drijvers	350-360: 0,5% KG-korting per gram OWG	< 360 en > 480
3	Knollen per kg 40/+	Volgens contract	> 9,5 per kg
4	Maatafwijking gesorteerd product		> 3%

	Inwendige gebreken	Factor in puntentelling	Afkeurgrens*
1	Lichte inwendige kiemen (< 10mm)	1	> 3%
2	Zware inwendige kiemen (>10mm)	4	> 0%
3	Holheid	4	> 6%
4	Zwarte harten	4	> 4%
5	Lichte vreterij	1	> 8%
6	Zware vreterij	4	> 4%
7	Licht inwendig bruin (kringerigheid)	1	> 6%
8	Zwaar inwendig bruin (kringerigheid)	4	> 2%
9	Licht Rhizoctonia	1	> 8%
10	Zwaar Rhizoctonia	4	> 4%

	Overige gebreken	Afkeurgrens	Afkeurgrens
1	Grond, loofproppen, wortelresten (o.a. maisstoppels)	> 3% **	> 3% **
2	IJzer, hout, golfballen, glas, plastics, spruiten, giftige plantendelen, onkruidzaden, organische mestresten, veenkluiten en alle hier niet benoemde aardappelvreemde bestanddelen	> 0% **	> 0% *
3	Stenen	> 0,5% **	> 0,5% **
4	Kleikappen	> 1% *	> 1% *
5	Schilafwijking Licht (schurft, poederbrand, e.a.) tot 2mm diep/bedekking tot 30% van het oppervlak	n.v.t.	n.v.t.
6	Schilafwijking Zwaar (schurft, poederbrand e.a.) dieper dan 2mm/bedekking > 10% van het oppervlak	> 5%	> 8%
7	Geur	Afwijking	Afwijking
8	Rasvermenging	Afwijking	Afwijking
9	Afwijkende vleeskleur	Afwijking	Afwijking
10	Drijvers ** en glazigheid *	> 2%	> 2%
11	Ondermaat (0-28)	> 1% **	> 1% **
12	Maatafwijking gesorteerd product 35/40, 40/50 of 50/+	> 3% ** (mits maatsorteren overeengekomen)	

Puntentotaal	Afkeurgrens	Afkeurgrens
Puntentotaal	> 50	> 90

* percentage afkeurgrens wordt bepaald op aantal knollen

** percentage afkeurgrens wordt bepaald op basis van kilogrammen

	Kwaliteitsgegevens	Factor in puntentelling	Afkeurgrens *
1	Lichte uitwendige kiemen (<10mm)	1	> 3%
2	Zware uitwendige kiemen (>10mm)	4	> 1%
3	Rimpeligheid (slap)	1	> 3%
4	Misvormde knollen	1	> 7%
5	Groeischeuren	1	> 7%
6	Lichtgroen	0	> 10%
7	Hardgroen	1	> 5%
8	Rot	4	> 2%
9	Phytophthora	4	> 1%
10	Vorstbeschadiging	4	> 0%

Overzicht kwaliteitsnormen			
		Frites e.a. voorgebakken aardappelproducten	
	Blauwverkleuring en beschadiging	Factor in puntentelling	Afkeurgrens*
1	Licht blauw 2 mm tot 10mm	1	
2	Matig blauw 10 mm tot 30mm	2	
3	Zwaar blauw > 30mm	4	> 5%
4	Licht beschadigd 2mm tot 10mm	1	
5	Matig beschadigd 10mm tot 30mm	2	> 10%
6	Zwaar beschadigd > 30mm	4	> 5%
	Totaal blauw en beschadiging		Maximaal 30%

Overzicht kwaliteitsnormen			
		Frites e.a. voorgebakken aardappelproducten	
	Bakkleur op basis van 40 staafjes	Afkeurgrens	
1	Bakkleur Week 32 tot en met 52	> 4x in klasse 3 > 0x in klasse 4 > 3x aaneengesloten klassen bakkleurcijfer > 4,00	
	Week 1 tot en met 13	> 6x in klasse 3 > 0x in klasse 4 > 3x aaneengesloten klassen bakkleurcijfer > 4,00	
	Week 14 tot en met 31	> 8x in klasse 3 > 0x in klasse 4 > 3x aaneengesloten klassen bakkleurcijfer > 4,00	
2	Suikerpunten	Uiteinden van de staafjes tot 2cm in kleurschaal 3 en 4	

Figuur B18: Kwaliteitsnormen inclusief factor (Aviko, 2017)