

Hoe kan aardappelopbrengst in Kenia verdubbelen de aankomende tien jaar?



Scriptie: Peter Burgler

Student: Peter Burgler

Minor: Internationaal bedrijfsleiderschap

Afstudeerdocent: Peter Kooman

Ezinge: 02-06-2017, versie 1.0

DISCLAIMER

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

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie met als titel, Hoe kan de aardappelopbrengst in Kenia verdubbelen in tien jaar? De studie is gebaseerd op eerder gedane studies naar de Keniaanse aardappelteelt. De scriptie is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de Aeres Hogeschool te Dronten.

Het onderwerp van de scriptie is tot stand gekomen door van juni 2016 tot en met augustus 2016 stage te lopen in Kenia. Ik heb daar samen met mijn stage begeleider Willem Dolleman junior geholpen met het opstarten van een pootgoedbedrijf. Op dit bedrijf wordt Nederlands pootgoed vermeerderd voor de Keniaanse markt. Door deze stage ben ik geïnspireerd geraakt door de kansen en mogelijkheden die de aardappel de Keniaanse boer kan bieden. Tijdens de stage periode heb ik bij Willem Dolleman in huis gewoond. Ik wil hem en zijn familie dan ook bedanken voor de samenwerking en gastvrijheid tijdens mijn stage.

De eerste insteek van onderzoek was, proefrooiingen in Kenia te koppelen met de bodemkwaliteit. De betrokken boeren hebben als vergoeding allemaal de bodemanalyse van hun eigen perceel gekregen, ik wil de lokale boeren dan ook bedanken voor de samenwerking. Echter bleek het zeer lastig onderbouwd verband te trekken tussen de bodemkwaliteit en de aardappelopbrengst. De gewassen leden onder andere aan phytophthora en een tekort aan bemesting, deze factoren hadden zoveel invloed op het gewas dat de correlatie tussen de opbrengst en de bodem niet was vast te stellen. Dit bleek na analyse van de bodem en de resultaten van de proefrooiingen.

Bij terugkomst bleek dat een literatuur onderzoek een grotere kans op slagen had, en meer voordelen had voor de Keniaanse aardappelketen. Dit advies kwam van Peter Kooman, lector aardappelketen aan de Aeres Hogeschool. De heer Kooman bewaakte de kwaliteit van het plan van aanpak, dat deed hij vervolgens ook bij de uiteindelijke scriptie. Bij deze wil ik dan ook de heer Kooman bedanken voor zijn inbreng om de effectiviteit van het onderzoek te waarborgen.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Peter Burgler

Ezinge 30-04-2017

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	5
Samenvatting (Engels).....	6
1. Inleiding	7
1.2 Aanleiding.....	8
de aardappel.....	10
2. aanpak	11
2.1.1. probleemstelling.....	11
2.1.2 motivatie	13
Deelvraag 1: Hoe is de huidige aardappelteelt opgezet, en welke problemen spelen er zich af? ...	14
Deelvraag 2: Welke kennis is beschikbaar vanuit bestaande onderzoeken, over de Keniaanse aardappelteelt?	16
Deelvraag 3: Hoe is theoretische kennis afkomstig van meerdere studies over te dragen naar de smallholders?	18
Hoofdstuk 3: Onderzoeksresultaten	19
3.1Deelvraag 1: Hoe is de huidige aardappelteelt opgezet, en welke problemen spelen er zich af?	20
3.1.2 Demografie:.....	20
3.1.3 Bodem:	24
3.1.4 Uitgangsmateriaal:	27
3.1.5 Ziekten en plagen:	31
3.1.6 Teelthandelingen:.....	36
3.1.7 Bemesting:.....	41
3.2.1 deelvraag2: Welke kennis is beschikbaar vanuit bestaande onderzoeken, over de Keniaanse aardappelteelt?	42
3.2.2 Bodem:	43
3.2.3 Uitgangsmateriaal:	48
3.2.3 Ziektes en plagen:.....	53
3.2.4 Teelthandelingen:.....	57
3.2.4 Bemesting:.....	61
3.3.1 deelvraag3: hoe is de theoretische kennis afkomstig van meerdere studies over te dragen naar de smallholders?	63
3.3.1 hand-out.....	64
Bodem	64

Uitgangsmateriaal	64
Ziekten en plagen	64
Teelthandelingen.....	65
Bemesting.....	67
4.1.1 Discussie	68
4.1.2 Eigen reflectie.....	69
5.1 Conclusie en aanbeveling	72
5.1.2 Conclusie&aanbevelingen	72
Bronnenlijst	74
Bijlage	78
Bijlage 1: rassenlijst beschikbare aardappelrassen Kenia 2015	78
Bijlage 2 bronnen ter ondersteuning van de probleemstelling.	79
Bron1: Ware potato market survey in Kenya.....	79
Bron 2: Improving Potato Production in Kenya, Uganda and Ethiopia 2008	79
Bron 3: Seed Potato Quality Improvement through Positive Selection by Smallholder Farmers in Kenya	82
Bijlage 3 Bodem analyse (Soilcares)	83

Samenvatting

Het doel van deze scriptie is gelijk aan de titel van deze scriptie, hoe kan de aardappelopbrengst in Kenia verdubbelen de aankomende tien jaar. Kenia het land in oost Afrika waar men de olifant nog tegen het lijf kan lopen. Tijdens de zomer van 2016 heeft Peter Burgler 2 maand stage gelopen bij Agrico East Africa. Tijdens deze stage is ondersteuning verleend bij het opstarten van een Nederlands pootgoed-project, Nederlands pootgoed wordt er na vermeerdering verkocht aan de lokale telers. Kenia telt 48,2 miljoen inwoners en zal in 2050 volgens prognoses 96 miljoen inwoners tellen, dit bij een aardappelconsumptie van 28 kg per persoon(ODESA). De aardappelproductie bedraagt momenteel 7,7 ton per hectare. De lage aardappelproductie samen met de grote verwachte bevolkingsgroei maken de aardappel in Kenia tot een interessant onderwerp. Doelgroep van de scriptie zijn de 500,000 smallholders, die samen 125.000 hectare aardappelen telen. Een teler met een oppervlakte kleiner dan 2 hectare noemt men in Kenia een smallholder. Deze literatuurstudie verwerkt informatie die de smallholders vervolgens kunnen toepassen op hun bedrijf, om zo de aardappelproductie te kunnen verdubbelen. In Kenia zijn verschillende studies met de aardappelteelt als onderwerp gehouden, echter is deze kennis nog niet in de Keniaanse praktijk geïmplementeerd. De hoogte punten uit de verschillende studies worden verwerkt tot een praktische handout, de informatie van deze handout kan de smallholder in de praktijk toepassen.

De smallholders zijn kleine bedrijven die niet vaak bezocht worden door adviseurs, wel zijn de boeren vaak onderdeel van een hechte gemeenschap. Om informatie over te brengen naar de smallholders is het dus effectief om de informatie te delen op bijeenkomsten waar de gemeenschap aanwezig is. Tussen de smallholders onderling bestaat een groot verschil in de mate waarin over financiële middelen beschikt kan worden. Een stappenplan schrijven voor de doelgroep die men moet uitvoeren stap voor stap is dan waarschijnlijk ook nutteloos. Het is vrij aan de ondernemers welke adviezen zij opvolgen. Het product van deze scriptie is daarom een verzameling van adviezen. De adviezen gaan bijvoorbeeld over, bruinrot bestrijding, bedrijfshygiëne en de gewasrotatie. In deelvraag 1 is de teelt in beeld gebracht, zo werd bijvoorbeeld duidelijk dat de smallholders te vaak aardappelen telen op hetzelfde perceel, en dat bruinrot veelvuldig voor komt. Deelvraag 2 richt zich op het verzamelen van teelt adviezen die de teelt kunnen verbeteren. Deze adviezen gaan bijvoorbeeld over, erosie, waterhoudend vermogen van de bodem, uitgangsmateriaal, en bedrijfshygiëne. In deelvraag 3 worden de adviezen omgezet in praktische informatie voor de doelgroep.

Samenvatting (Engels)

Summary

This thesis, as written in the title, has the main purpose to investigate how the potato crop yieldings, in Kenya can be doubled within the coming decade. Kenya is an African country which is located in the East of Africa. This thesis is written by Peter Burgler who followed an internship in this country during the summer of 2016. His internship was organized by Agrico East Africa. Peter worked on a project with as a main goal: supporting of the multiplication of Dutch seed potatoes.

The population of Kenya consists of 48,2 million residents and will be doubled by 2050. Thereby, each citizen consumes 28 kg of potatoes per year (UDESA). The annual potato production yields 770.000 per hectare. The low amount of produced potatoes together with the high expected population growth, is an important topic which needs to be taken very seriously.

The current thesis can assist the 500.000 smallholders in Kenia, who together grow 125.000 hectare, in enriching their annual potato yielding's. The information, used in this study, creates an overview which the smallholders can use in order to double their business. Up to this moment, a few studies have been conducted regarding the stated topic. But none of their learnings have been put into practice. The highlights of the previous studies are furthermore collected and processed into a practical hand-out. This hand-out can eventually be used by the smallholders.

The smallholders in Kenya a small companies, who often don't have the luxury of having an own advisor. They are normally part of a very tight community. The most effective way of educating the smallholders is thereby to share information during community meetings. Next to that it is important to consider the great variance in wealth/financial resources among the smallholders. This makes that creating a step by step hand-out for the target group is useless. Since some smallholders don't have the financial resources to perform all the separate steps. So, this thesis entails a gathering of different solutions/opportunities for the smallholders. Some of the solutions concern bacterial wilt treatment, other are regarding hygiene factors or crop rotation.

The main research question will be answered by using different sub questions. The first part investigates the crop yielding's within Kenya and shows that potatoes are to often grown on the same land, which is a perfect atmosphere for bacterial wilt. The second sub question focuses on gathering advises concerning the enrichment of the potato production. Some of the topics are erosion, water holding ability, seeds and hygiene of the smallholders.

And then in the third part the advises will be put into practice, so that the target group can use them in their advantage.

1. Inleiding

Deze scriptie is tot stand gekomen door het lopen van een stage gedurende twee maanden bij Agrico East Africa in Kenia. In Kenia is informatie en kennis opgedaan over de lokale aardappelteelt in centraal Kenia. Peter Burgler is door Agrico Emmeloord gevraagd om Willem Dolleman Junior te ondersteunen met het poten van Nederlandse pootaardappelen in Kenia.

De aardappelteelt in Kenia is een simpele som met een moeilijke berekening. De omstandigheden die in Kenia aanwezig zijn lenen zich voor een aardappelproductie die de Europese opbrengsten kunnen evenaren. Tijdens de stage reden we constant percelen maïs voorbij, ik verbaasde mij over de verschillen die tussen de maïs aanwezig was. In het ene perceel stond de maïs van hoek tot hoek even groen en had de maïs een mooi groene kleur blad. Het perceel ernaast had een gele kleur en de maïs was lang niet egaal over het gehele perceel. In de auto besproken we dit, Willem junior zei dat dit aan de PH en aan de bemesting moest liggen. De verschillen in de maïs waren voor mij een teken dat de prestaties tussen de boeren onderling enorm moesten verschillen. Tijdens de stage periode in Kenia begon bij mij de motivatie te stijgen de Keniaanse boeren te helpen.

Het plan eerst was de PH van de bodem in verband te brengen met de opbrengst van de aardappelen. twee dagen lang ben ik druk geweest met het verzamelen van gegevens en grondmonsters. De boeren kregen in ruil voor de medewerking de uitslagen van de bodemanalyse. Na analyse van de gegevens bleek dat het onmogelijk was de PH in verband te brengen met de opbrengst, er was veel meer mis in de teelt. Door deze samenloop van omstandigheden is het plan ontstaan om de teelt te analyseren door middel van een literatuurstudie.

Veel kennis die voor de Nederlandse teler basis kennis is bleek, te ontbreken. Op het internet bleek echter wel veel geschreven te zijn over de Keniaanse aardappelteelt. Gedane onderzoeken resulteerden niet in een zichtbare toename van de gemiddelde aardappelopbrengst. De bestaande situatie is in kaart gebracht, evenals de beschikbare kennis over de Keniaanse aardappelteelt. Met deze gegevens wordt gezocht naar informatie die de Keniaanse telers nodig hebben om de productie te verdubbelen in tien jaar.

1.2 Aanleiding

Kenia heeft een tropisch klimaat, heet en vochtig aan de kust, tot erg droog in het noorden van Kenia. De gemiddelde temperatuur is 10 tot 14 graden minimaal en 20 tot 32 maximaal, de verschillen in temperaturen worden door de omgeving en de hoogte bepaald. De heetste periode is van februari tot maart, de koudste periode loopt van juli tot augustus (Ministry of LNV , 2009)

Tijdens deze stage heb ik geholpen met het opstarten van een bedrijf waar in de toekomst Nederlands pootgoed vermeerderd zal worden, voor de Keniaanse markt. Dit project heeft als doelstelling om Nederlands pootgoed te vermeerden en te verkopen aan de lokale telers. Momenteel is circa 1% van het pootgoed in Kenia gecertificeerd. De verwachting is dat de vraag naar gecertificeerd pootgoed zal stijgen (Janssens et al, 2013). Door het pootgoed in Kenia te vermeerderen krijgt de Keniaanse boeren op een betaalbare manier toegang tot moderne aardappelrassen vanuit Nederland.

Waarom is Nederlands pootgoed vermeerderen in Kenia noodzakelijk? Dit heeft te maken met het feit dat rechtstreeks pootgoed kopen vanuit Nederland kapitaalintensief is. Pootgoed vanuit Nederland kost €1,10 per kilo. Nederlands pootgoed dat één keer vermeerderd is kost tussen de €0,70 en €0,90 per kilo voor de Keniaanse boer. De vermeerdering verlaagt de prijs van het pootgoed. Voor het invoeren van pootgoed toestemming nodig van KEPHIS. KEPHIS is een overheidsinstantie die let op de gezondheid van uitgangsmateriaal, KEPHIS is belast met de zelfde taken als de NVWA in Nederland.. In bijlage 1 zijn de verschillen waar te nemen, deze geeft een weergave van de beschikbare aardappelrassen in 2015.

Het telen van gewassen voor de verkoop is van zeer groot belang voor de smallholders. 51% Van het inkomen van boeren is afkomstig van de verkoop van gewassen (Kaguongo, et al, 2008). Een verbetering van de productie van aardappelen kan een zeer directe bijdrage leveren aan het verbeteren van de leefomstandigheden van de smallholders. In het boek Organic Fertilisation, and Human Health (2012) wordt aangegeven dat in het jaar 2050 de voedselproductie in Kenia 70% moet zijn toegenomen in vergelijking met het jaar 2012.

Tijdens de twee maand stage ontbrak de tijd om een volledig onderzoek op te zetten en uit te voeren. De tijd in Kenia is gebruikt om de pootgoedteelt te begeleiden en te ontwikkelen op het bedrijf van Agrico East Africa. Er is wel een poging gedaan om onderzoek uit te voeren in Kenia, maar dit leverde onvoldoende informatie op om een scriptie aan toe te wijden. Om toch een nuttig product als scriptie te kunnen schrijven wordt er onderzoek gedaan naar teeltkennis die beschikbaar is voor de Keniaanse boeren. De bestaande kennis koppelen afkomstig van verschillende gedane studies kan een zeer interessant product op leveren voor de lokale boeren. Dit literatuur onderzoek wordt geschreven zonder belangen van een bedrijf of organisatie. Doel van de scriptie is te onderzoeken met welke kennis de aardappelopbrengst in Kenia te verdubbelen is in een tijdsbestek van tien jaren, dit betekent voor de meeste Keniaanse boeren twintig teeltseizoenen. Deze scriptie zal een verzameling van kennis en feiten zijn die per teeltstap weergeven wat de wetenschap voorschrijft. Het doel hiervan is het kennisniveau te vergroten van de boeren die aardappelen telen. De huidige meerjarige opbrengst is 7,7 ton per hectare zoals (Janssens, et al 2013) vermeld. Onderzoek in tabel 1 van geeft de spreiding van de opbrengst weer over vijf kalender jaren.

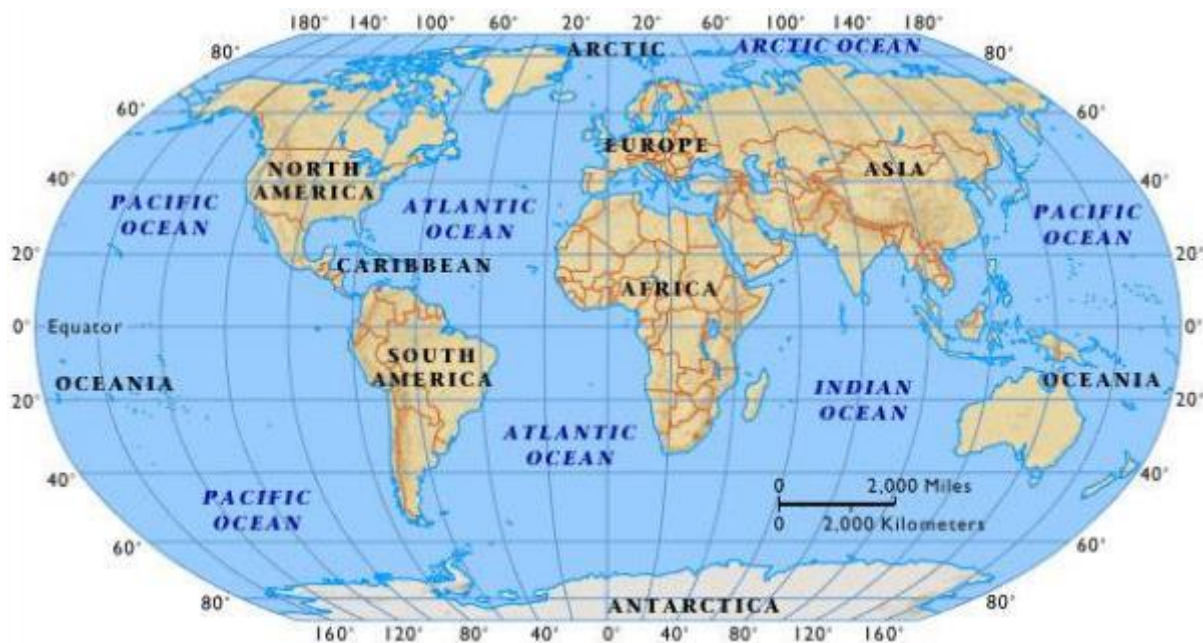
Met de gegevens van tabel 1 in het achterhoofd plus de huidige meerjarige opbrengst van 7,7 ton, zou men kunnen stellen dat een verdubbeling van de opbrengst in tien jaar een reëel doel is. Onderzoek toont aan dat de 10% beste percelen een productie realiseren van 17,4 ton per hectare (Gildemacher et al. 2007).

Year	2010	2011	2012	2013	2014
Area (ha)	121,542	135,924	99,475	104,560	115,604
Production					
tons	2,725,936	1,846,576	1,436,718	1,667,690	1,626,027
Yield (tons /ha)	22.4	13.6	12.3	12.4	11.7
Price					
Retail (kg)	18.9	29.2	36.4	31.1	30.9
Wholesale (110 kg bag)	1,383	2,542	3,765	2,989	3100
Total Value (billion)	...	...	18.9	23.6	22.8

Tabel: 1 Aardappel productie gegevens (Kaguongo et al, 2014)

de aardappel.

De aardappel (*solanum tuberosum*) is het derde belangrijkste voedselgewas wereldwijd, na rijst en tarwe (Segaw 2005). De aardappel is het meest belangrijke wortel en knol gewas dat er op de wereld geteeld wordt. De aardappel vindt zijn oorsprong in Zuid Amerika meer dan 8000 jaar geleden. Pas in de 16^e eeuw wordt de aardappel in Oost Afrika geïntroduceerd door de Britse boeren, in deze tijd was Kenia nog een kolonie van Groot Brittannië. De productie was in 2007 naar schatting 325.302.445 ton, deze productie werd gerealiseerd op 19.327.731 hectare, dit resulteerde in een gemiddelde opbrengst wereldwijd van 16,8 ton per hectare (FAOSTAT, 2017). De aardappel wordt in meer dan 150 verschillende landen geteeld, dit gebied bevindt zich tussen de breedtegraad 65 graden Noordelijk en 50 graden Zuidelijk (Acquaah 2007).



Figuur 1 overzicht breedtegraden over de wereld (Acquaah 2007)

De aardappel kan dus tot het zuiden van Amerika geteeld worden tot aan het noorden van Amerika en Europa. Verder kan de aardappel groeien vanaf zeeniveau tot 4700 meter boven zeeniveau. De aardappel kan dus op zeer verschillende delen van de wereld groeien, het verschil in daglengtes tijdens de seizoenen heeft echter ook invloed op de plant. Bij een kortere daglengte wat rond de evenaar van toepassing is zal de plant eerder knolletjes vormen dan bij een lange daglengte. Door de vroege knolvorming krijgen de bladeren minder de kans om te groeien en zal de plant eerder afsterven (Kooman, 1995). Hoeveel vocht de aardappel in een seizoen nodig is hangt af van de verdamping en de mate waarin de bodem vocht vasthoudt. Zonnesterktes variëren over de hele wereld, evenals de opname van vocht door de bodem. De hoeveelheid water die een aardappelgewas nodig is varieert dus enorm tussen de verschillende omstandigheden. In totaal wordt er in de wereld een hoeveelheid aardappelen geconsumeerd die goed is voor 31,3 per persoon (FAOSTAT 2005). Europa en Azië produceren 80% van de aardappelproductie wereldwijd, 5% van de wereldproductie wordt in Afrika geproduceerd (FAO, 2008).

2. aanpak

In hoofdstuk 2 wordt uitgelegd wat de gekozen methode van informatie verwerking gaat worden. In hoofdstuk 2 wordt het plan van aanpak beschreven hoe het antwoord op de hoofdvraag tot stand komt. De hoofdvraag luidt: hoe is een verdubbeling van de aardappelopbrengst per hectare te realiseren in de aankomende tien jaar. De hoofdvraag draait om het generen van een verdubbeling van de huidige opbrengsten. Op basis van de huidige gegevens is niet precies te vertellen wat de opbrengst precies is, bij de huidige bekende opbrengstcijfers is een opbrengst van 20 ton een ambitieuze doelstelling.

De uiteindelijke scriptie is opgebouwd uit 5 delen en wordt afgesloten door een bronnenlijst en aanvullende bijlagen. Hoofdstuk 1 is de inleiding die u net gelezen heeft, wat en waarom onderzocht wordt staat in de inleiding beschreven. Hoofdstuk 2 geeft een overzicht weer van de gekozen aanpak van de schrijver. In hoofdstuk 2 wordt beschreven welke informatie is gezocht om de hoofdvraag van de scriptie te beantwoorden. In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van de resultaten afkomstig van het onderzoek. De onderzoeksresultaten beantwoorden de hoofdvraag van de scriptie. Ook wordt in hoofdstuk 3 een lijst met aanbevelingen beschreven die de teler kan volgen om zijn aardappelteelt te optimaliseren. Hoofdstuk 4 is de discussie van de scriptie, de resultaten van het onderzoek worden besproken. In de discussie worden ook de beperkingen besproken van het onderzoek, sommige informatie is bijvoorbeeld niet openbaar voor studenten. In hoofdstuk 5 bespreekt de schrijver de conclusies en aanbevelingen. De meest relevante resultaten die naar voren komen om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden worden besproken in de conclusie. In dit hoofdstuk worden ook aanbevelingen gedaan aan ondersteunende partijen in de sector, dus hoe deze partijen de doelgroep kunnen ondersteunen.

2.1.1. probleemstelling

De Verkoop van groenten is voor veel gezinnen de belangrijkste bron van inkomen. Als dit inkomen verbeterd kan worden heeft dit een direct effect op de leefomstandigheden van de smallholders. Maar wat moet er veranderd worden om het inkomen te verhogen door een verbeterde aardappelteelt?

De yield gap moet worden verkleind, de yield gap geeft de ruimte weer tussen de potentiële opbrengst en de gerealiseerde opbrengst. In een yield gap onderzoek wordt onderzoek verricht op basis van de omstandigheden en het klimaat hoe hoog de gestelde theoretische aardappelopbrengst is, deze wordt dan vergeleken met de gerealiseerde opbrengsten. Het zogenaamde yield gap geeft ontwikkelingsruimte op het gebied van de opbrengst. Doel van dit onderzoek is de gerealiseerde opbrengsten dicht bij het niveau van de potentiële opbrengst te brengen. Gedane onderzoeken zijn tot nu toe gedaan in opdracht van overheden, ontwikkelingsorganisaties en internationale bedrijven. Publicaties van studenten zonder belangen zijn nog niet gevonden, mijn mening is dat dit een nieuwe verfrissende kijk op de situatie zal zijn.

Uit voorgaand onderzoek dat beschreven is in bijlage 2 is gebleken dat de aardappelteelt momenteel in Kenia te kampen heeft met een gebrek aan kennis waardoor de opbrengsten achter blijven en er een gebrek aan kapitaal ontstaat. De telers telen bijvoorbeeld aardappelen zonder dat ze een afzet doel hebben, een Nederlandse teler weet bij de aanschaf van het pootgoed zijn verkoopdoel al. Uit onderzoek 1 blijkt dat de telers verkopen aan de hoogste bidder, het besef bij de inkopende partijen van rassenverschillen moet nog toenemen.

Uit onderzoek twee blijkt onder andere dat de teeltrotatie zeer intensief is, uit het onderzoek blijkt dat circa 20% van de telers 4 keer in de 4 seizoenen aardappelen teelt op een perceel (Kaguongo, 2008). Het is van belang de boeren informatie te verstrekken wat deze teeltkeuzes voor gevolgen hebben op de lange termijn. Het bewustzijn van een goed opgezette teeltrotatie moet ontwikkeld worden bij de telers.

In het derde onderzoek wordt een manier van pootgoed teelt besproken. Echter vraagt de methode van positieve selectie een goede opslag en kennis van de teler. De uitvoerbaarheid van deze methode staat te ver af van de Keniaanse praktijk. Dit onderzoek geeft echter wel aan hoe de westerse onderzoekers denken, echter van belang is dat er ook aan de praktische uitvoerbaarheid gedacht wordt.

De kennis is aanwezig in de onderzoeken, echter geven de onderzoeken geen plannen weer hoe ze de kennis overbrengen naar de smallholders. Van de aardappeltelers heeft 90% de beschikking over een oppervlakte minder dan 1 hectare, de uitdaging is om het inkomen van het boerenbedrijf te verbeteren. Met andere woorden zal het perspectief van de agrarische sector toenemen. De technische problemen in de teelt kan men ook als een gebrek aan kennis zien van de smallholders, de teler is zich vaak onvoldoende bewust van het belang van praktische zaken, zoals de rugopbouw. Als men de bevolkingsgroei stapelt op de toenemende vraag aan aardappelproducten dan is er toenemende vraag vanuit de markt. Het hoofdprobleem van de Keniaanse boer is het lage kennisniveau, gevolgd door een gebrek aan inzet van kapitaal. Door het kennisniveau van de telers omhoog te brengen kunnen de opbrengsten van de telers toenemen, waardoor de Yield Gap verhouding kleiner zal worden.

Door gegevens te verzamelen en te bundelen die de doelgroep kan gebruiken om de teelt en de bedrijfsvoering te verbeteren zal de hoofdvraag beantwoord worden. Zaken waar de teler over geïnformeerd dient te worden bijvoorbeeld. 1, Bemesting wat is het gewas nodig 2, wat is goed voor de bodem, 3 hoe kom ik aan het beste uitgangsmateriaal, 4 adviezen omtrent het opstellen van een bouwplan, 5 het invoeren van strenge bedrijfshygiëne. Tijdens de stage in Kenia is vastgesteld dat over deze onderwerpen de doelgroep een tekort aan kennis heeft.

2.1.2 motivatie

De praktisch toepasbare adviezen moeten leiden tot het beantwoorden van de hoofdvraag. Door de bevindingen en aanbevelingen van verschillende onderzoeken met elkaar te combineren wordt een selectie van waardevolle en relevante informatie verzameld voor de doelgroep. Na analyse van verschillende studies valt te concluderen dat deze onderzoeken vaak worden gehouden om een bepaald beeld te bevestigen. Commerciële belangen zijn hierbij duidelijk waar te nemen, voor onderzoeken zijn opdrachtgevers plus financiering nodig. De opdrachtgevers kunnen naast overheden ook branche organisaties zijn, een pootgoedbranche richt zich bijvoorbeeld op het stimuleren van de afzet van pootgoed. De uitkomsten en resultaten terugkoppelen naar de smallholders blijkt een lastige opgave, de follow up is niet waar te nemen in verdere onderzoeken. Een boer die zelf geen internet heeft ontbreekt de mogelijkheid om een studie te ondernemen naar wat er over zijn sector geschreven is. De geschreven kennis gaat aan de normale boer voorbij, tijdens onderzoek bleek dat boeren veel kennis vergaren uit de directe omgeving (Kaguongo, et al., 2008). Kennis werd nauwelijks ingewonnen van teeltadviseurs of van NGO'S bleek uit het onderzoek. Een onderzoekplan dat als doel heeft de nationale aardappelopbrengst per hectare te verdubbelen ontbreekt nog. Dit onderzoek zal de resultaten en bevindingen van internationale onderzoeken die over Kenia gepubliceerd zijn combineren. Door gedane onderzoeken te combineren en effectief te communiceren naar de doelgroep zal geprobeerd worden de wetenschappelijke kennis te verzamelen en te communiceren naar de smallholders. Wat betreft de communicatie richting de doelgroep vind ik de vakbladen van vroeger in Nederland een goed voorbeeld. Deze bevatten een duidelijke uitleg wat goed was voor de teelt en wat voor effecten een onjuiste bemesting bijvoorbeeld had. Inspelen op de doelgroep, wat vinden zij belangrijk, wat kunnen zij, dit is van belang om de doelgroep daadwerkelijk richting het doel te laten werken. Kortom onderzoeken wat een positieve bijdrage kan hebben op de opbrengst van de aardappelen, om dan vervolgens per verbetering een implementatie traject te starten. Hoe de bevolking te verdubbelen hoeven we in Kenia niet uit te leggen, maar hoe we de aardappelopbrengst verdubbelen is een ander verhaal. Beschikbaarheid en toegankelijkheid van cijfers vergroten.

Deelvraag 1: Hoe is de huidige aardappelteelt opgezet, en welke problemen spelen er zich af?

Om iets te kunnen verbeteren diende er eerst inzicht verkregen te worden in de huidige situatie, deze deelvraag is er op gericht de huidige situatie bij de smallholders in kaart te brengen. Analyse van de huidige situatie geeft een beeld van hoe de smallholders hun teelt uitvoeren en welke beslissingen zij maken. Om gericht naar oplossingen te kunnen zoeken is het van belang om het vooronderzoek verder duidelijk uit te werken. In het plan van aanpak zijn al enkele voorbeelden gegeven van zaken die verbeterd kunnen worden, de informatie voorziening van de telers is hier een van. Het onderzoek zal vooral gebruik maken van onderzoeken op teelttechnisch gebied. Gezocht wordt naar beschrijvingen van de huidige manier van telen. Indien over 1 proces meerdere beweringen of cijfers gevonden worden, dan wordt alle gevonden informatie verwerkt in het verslag. Door resultaten uit verschillende onderzoeken mee te nemen werd de betrouwbaarheid van dit onderzoek vergroot, afwijkende resultaten worden zo uitgefilterd. In deelvraag 1 wordt de huidige manier van telen in kaart gebracht zodat er gezocht kan worden naar verbeterpunten. Demografische factoren worden benoemd om de lezer een idee te geven van de ontwikkelingen waarmee Kenia geconfronteerd wordt. Om een goed beeld te krijgen van bijvoorbeeld de manier van rug opbouw worden indien beschikbaar foto's weergegeven van praktijk voorbeelden. Bij hoofdvraag 1 wordt om een goed beeld te krijgen van de veldomstandigheden bij beschikbaarheid gebruikt gemaakt van afbeeldingen. Door het weergeven van deze afbeeldingen krijgt de lezer een goed beeld van de voorkomende situaties in de praktijk. Hoofdvraag 1 is verdeelt in meerdere paragrafen, deze verdeling wordt hieronder besproken.

2.2.1 Demografie: Hoe groot is de oppervlakte aardappelen in Kenia, hoeveel boeren hebben aardappelen als gewas. De teeltgebieden worden in kaart gebracht, is er eventueel nog ruimte voor uitbreiding van de aardappelteelt. Verder wordt kort ingegaan op de bevolkingsgroei van Kenia, hoeveel inwoners telt Kenia over 30 jaar? Dit onderdeel zorgt voor de compleetheid van het verslag, de urgentie wordt aangetoond door feiten te tonen.

2.2.2 Bodem: In paragraaf 2.1.2 wordt de bodemtoestand besproken voor de gebieden in Kenia die bekend staan als belangrijk aardappel gebied. Problemen en uitdagingen waar de lokale boeren mee te maken hebben zoals erosie en een lage pH zullen ook besproken worden. Veel van deze gebieden zijn gelegen op 2000 meter boven zeeniveau, op deze hoogte leveren aardappelen een hoger rendement dan maïs. Klimatologische omstandigheden zullen ook in deze paragraaf meegenomen worden.

2.2.3 Uitgangsmateriaal: Welke rassen gebruiken de Keniaanse boeren? In Kenia zijn verschillende rassen beschikbaar maar welke rassen worden door de smallholders voornamelijk gebruikt? Verder wordt onderzoek gedaan naar de herkomst van het pootgoed dat de boeren gebruiken, telen ze het in eigen beheer of kopen ze het bij een derde?

2.2.4 Gewasbescherming: In paragraaf 2.1.4 wordt beschreven hoe de smallholder gewasbescherming uit voert in zijn aardappelen. Doel van deze paragraaf is zoveel mogelijk informatie te verzamelen over waarom en hoe de smallholder de gewasbescherming in zijn aardappelen uitvoert. Hoeveel bespuitingen voert de teler uit, waarmee spuit de teler, wanneer voert de teler een bespuiting uit. Verder wordt er zoveel mogelijk informatie gezocht omtrent de stand van de gewassen, kortom de effectiviteit van de bespuitingen.

2.2.5 Teelthandelingen: In Kenia worden veel teelthandelingen handmatig uitgevoerd, de kwaliteit van het werk wisselt hierdoor van boer tot boer. In deze paragraaf wordt voornamelijk gericht op het planten van de aardappelen en de oogst van de aardappelen. Hoe vinden deze werkzaamheden plaats? Aardappel planten, rugopbouw, bespuitingen, loofverwijderen en het oogsten al deze werkzaamheden vinden voornamelijk plaats met behulp van handarbeid.

2.2.6 Bemesting: De bemesting hoe wordt deze uitgevoerd? In sommige gevallen wordt de bemesting zelfs achterwege gelaten. De eigen veldbezoeken hebben laten zien dat er een groot verschil onder de ondernemers waar te nemen is in de hoeveelheid bemesting die zij gebruiken in hun teelten. Deze paragraaf geeft een beeld van de momenten in de teelt wanneer de bemesting uitgevoerd wordt, de hoeveelheid van de gift, soort bemesting. Gebruik van meststoffen wordt periodiek gesteund door de overheid, echter de mate van kwaliteit is onzeker.

Deelvraag 2: Welke kennis is beschikbaar vanuit bestaande onderzoeken, over de Keniaanse aardappelteelt?

In het verleden zijn er verschillende gebaseerd op de aardappelteelt verricht, dit betreffen dezelfde onderzoeken waarbij in deelvraag 1 aan gerefereerd wordt. Deze onderzoeken bieden vaak adviezen, aanbevelingen richting de lokale teler, maar worden de resultaten ook toegepast? Deelvraag 2 richt zich op het bundelen van de adviezen die verbeteringen in de aardappelteelt kunnen aanbrengen. Door alle beschikbare informatie te analyseren omtrent de aardappelteelt worden belangen zoveel mogelijk buiten beschouwing gelaten, de doelstelling is een zo objectief mogelijk verslag te produceren. In dit hoofdstuk wordt onderzocht welke oplossingen er door verschillende onderzoeken voorgedragen zijn. Veel van de gedane studies zijn gedaan om bijvoorbeeld een beeld te bevestigen, duidelijkheid te verschaffen op een beperkt onderwerp. Dit hoofdstuk dient als bundeling van de feiten die naar voren gekomen zijn vanuit de verschillende studies. Dit moet resulteren in praktische informatie die de teler op zijn bedrijf kan toepassen. De uitdaging is zover als mogelijk is de resultaten van de verschillende werkwijzen weer te geven. Dit met als doel de teler verschillen laten zien wat er gebeurd bij een hoge of een lage input in een teelt. Verschillen laten zien tussen opbrengsten bij het gebruik van pootgoed van een goede en van een slechte kwaliteit. Deelvraag 2 heeft als doel teeltkennis te verzamelen die voor de smallholders kan resulteren in een hogere opbrengst, de hogere opbrengst moet vervolgens resulteren in een hoger teeltsaldo. Bij deelvraag 2 wordt de teelt weer geanalyseerd volgens de speerpunten die volgens de onderzoeker hoofd bepalend zijn in de aardappelteelt.

2.3.1 Bodem:

Adviezen omtrent de bodemtechnische zaken die van invloed kunnen zijn op de aardappelteelt. Gezocht wordt naar adviezen omtrent de ideale bodemcondities voor aardappelen in Kenia. Er wordt gezocht naar bodem adviezen specifiek voor Kenia, dit kan echter aangevuld worden met adviezen afkomstig van gebieden die eveneens op de evenaar liggen. Verder wordt uitgewerkt wat de huidige bodemconditie is. Tijdens de stage zijn monsters genomen in het dorpje Njoro, dit dorpje licht op ongeveer 2000 meter hoogte waarbij bos plaats gemaakt heeft voor aardappelen. De monsters zijn genomen bij 18 boeren, de uitkomsten van deze monsters worden uitgewerkt om de bodemgesteldheid weer te geven.

2.3.2 Uitgangsmateriaal:

Over uitgangsmateriaal zijn verschillende studies te vinden op het internet, de studie van de heer Struik was hier 1 van. Analyse van het uitgangsmateriaal wordt gebaseerd studies die uitspraken doen over de nationale pootgoedbehoefte. Er zijn verschillende manieren om aan de pootgoedbehoefte te kunnen voldoen, positieve selectie en na vermeerderen van buitenlands pootgoed zijn voorbeelden van de verschillende opties. Door effecten weer te geven van verschillende werkwijzen worden de resultaten van de werkwijzen ook duidelijk voor de doelgroep.

2.2.3 Gewasbescherming:

In de paragraaf van gewasbescherming worden de meest voorkomende aardappelziekten, plagen besproken die in Kenia voorkomen. Ook in deze paragraaf worden voorbeelden van onderzoeken getoond, bijvoorbeeld de resultaten van verschillende bestrijding strategieën van phytophthora.

2.3.3 Teelthandelingen:

Onder teelthandelingen worden de processen verstaan die normaal gesproken in de westerse wereld gemechaniseerd uitgevoerd worden. Te denken hierbij is aan het poten van de aardappelen en de rugopbouw. Een te kleine aardappelrug zorgt bijvoorbeeld voor minder waterbergend vermogen in de aardappelrug en een grotere kans op groene aardappelen. De handelingen waar deze paragraaf zich voornamelijk op richt zijn te vinden bij het poten en oogsten van het gewas. Veel van deze handelingen worden handmatig uitgevoerd, een grotere volle rug zal dan ook meer inspanning van de boeren vragen. Ook bij dit onderdeel zal in de literatuur naar resultaten gezocht worden van wat de ideale condities zijn en wat deze opleveren voor de teler.

2.4.4 Bemesting:

De bemesting is tevens weer een punt dat een schaars goed is in Kenia, dierlijke mest is schaars en arbeidsintensief en kunstmest is kapitaalintensief. In deze paragraaf wordt onderzoek resultaat vertoond van onderzoek dat zich richt op de bemesting. Het onderdeel bemesting wordt onderverdeeld in de mate van bemesting, hoe de bemesting toe te passen. Onderzoekresultaten van de mate van ideale bemestingsgiften worden weergegeven, het rendement van bemesting wordt zo geprobeerd inzichtelijk te maken. Verder wordt onderzoek gedaan naar hoe te bemesten. Kunstmest in de rij of volvelds, de volledige bemesting voor het poten of verspreid over het groeiseizoen. Ook bemesting wordt door de Keniaanse teler als kostbaar ervaren, zeer belangrijk dus voor de Keniaanse teler om het rendement van zijn bemesting zo groot mogelijk te maken

Deelvraag 3: Hoe is theoretische kennis afkomstig van meerdere studies over te dragen naar de smallholders?

Binnen deelvraag 3 stond de vraag centraal hoe de verworven kennis over te dragen is naar de smallholders. De theoretische kennis die beschikbaar was op het internet vertalen naar de praktijk van de Keniaanse smallholders was een uitdaging. In de voorgaande deelvragen is er specifiek onderzoek gedaan naar de aardappelteelt in Kenia. De manier van telen is onderzocht, deze is gecombineerd met de omstandigheden die een invloed hebben op de teelt worden in kaart gebracht. Kortom de beschikbare kennis moet verzameld worden, dat is gebeurd binnen deelvraag 1 en 2. Bij de analyse binnen deelvraag 2 zal een verzameling van zaken die zeer positief zijn in beeld gebracht worden. Ook zullen negatieve zaken in beeld gebracht worden, dit zullen voornamelijk de redenen zijn die bijdragen aan de grote van de yield gap. De yield Gap is eerder al besproken in het plan van aanpak, het is het verschil tussen de potentieel mogelijke opbrengst en de gerealiseerde opbrengst. De voor en nadelen worden uiteengesplitst, dit zal resulteren in een lijst van verbeter punten, welke gepresenteerd wordt aan het eind van deelvraag 2. De verworven kennis zal op een effectieve manier overgedragen moeten worden aan de doelgroep, de smallholders. De methode waarop de kennis over gedragen zal worden wordt dus in deelvraag 3 besproken. De adviezen geven weer wat voor veranderingen de teler kan doorvoeren om een opbrengst verhoging te realiseren. Deze adviezen zullen er tevens voor zorgen dat de yield gap verkleind wordt, en de opbrengst verdubbeling behaald kan worden. Door de teler ook afbeeldingen te laten zien zoals op figuur 2 kan de teler zien wat mogelijk is aardappelen in Kenia. Echter een theoretisch plan om de opbrengst te laten verdubbelen resulteert nog niet in een hogere opbrengst bij de lokale boeren. Voor een geslaagd project dient de kennis effectief overgebracht te worden richting de doelgroep. De doelgroep is een groep die veelal niet de beschikking heeft over een computer met een internet verbinding. Om deze kennis bij de doelgroep te krijgen is een drager nodig van de informatie. Door nieuwsberichten op te stellen met informatie, wordt getracht de teler te informeren en te overtuigen van een teeltmaatregel. Lokale erfbetreders zoals Agriterra en SNV kunnen de informatie verstrekken aan de doelgroep. De opgedane kennis wordt zoveel mogelijk visueel uitgewerkt, dat wil zeggen voorbeelden van een gewenste situatie en voorbeelden van een ongewenste situatie. Door middel van foto materiaal en overzichten krijgen de boeren een vergelijking aangeboden, deze vergelijking helpt de boer met keuzes maken die een positief gevolg hebben op de opbrengst. Uiteindelijk zal de teler zelf keuzes maken, en kan de teler zelf bepalen hoe kapitaal intensief zijn teeltmaatregelen zullen zijn. De telers kunnen hun teelt stap voor stap ontwikkelen, de steeds hogere aardappelopbrengst, saldo moet hiervoor de drijfveer zijn. Van deze werkwijze samen met de ondersteuning van de hulporganisaties wordt verwacht dat zij de boer kunnen verleiden tot een hogere opbrengst.

Proces van ontwikkelen GAP= Good Agricultural Practices.

Hoofdstuk 3: Onderzoeksresultaten



Figuur 2 Perceel Rudolph aardappelen in Kenia.

3.1 Deelvraag 1: Hoe is de huidige aardappelteelt opgezet, en welke problemen spelen er zich af?

3.1.2 Demografie:

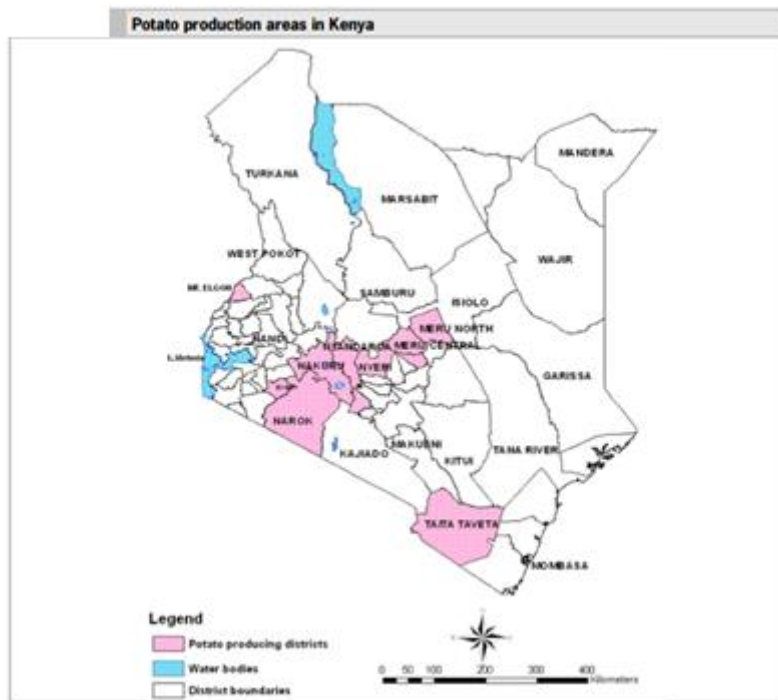
Kenia gelegen in Oost-Afrika, en grenzend aan Tanzania, Uganda, Ethiopie, Sudan en Somalië. De Keniaanse bevolking telde in 1948 nog 5.4 miljoen inwoners, de verwachting is dat in 2050 de bevolking 96 miljoen inwoners zal tellen (UDESA,2017). In 2017 wordt de bevolking omvang op 48,2 miljoen inwoners geschat. Van de bevolking is 80% christen, 10% moslim en de overige 10% volgt een traditioneel Afrikaans geloof (Ministry of LNV, 2009).

Tabel 2 Overzicht van de bezittingen van de gemiddelde smallholder (Kaguongo, et al., 2014)

Asset type	Kenya		
	Meru Central	Nyandarua	All
Livestock holdings			
Percentage of household owning			
Cattle	93	89	90
Small ruminants	69	74	72
Pig	2	0	1
Donkeys	0	14	8
Tropical livestock Unit (TLU)	2.6	3.3	3.0
Standard deviation	2.7	2.5	2.6
Median	1.9	2.4	2.2
Equipment			
Percent household owning			
Ox-plough	20	3	10
Ox-cart	14	11	12
Bicycle	31	67	53
Land ownership			
Average farm size (ha)	1.3	2.1	1.8
Standard deviation	1.2	2.0	1.8
Median	0.9	1.6	1.2
Average cultivated area (ha)	1.0	1.4	1.2
Standard deviation	0.8	1.4	1.2
Median	0.8	0.9	0.8
Sample size	100	151	251

De gemiddelde aardappelconsumptie per persoon is 28,5 kg in 2003 (FAOSTAT,2017), ter vergelijking deze ligt in Nederland op 85 kg per persoon (CBS,2001). Kenia telde in 2005 een totaal van 4.322.409 agrarische bedrijven, waaronder 3.235.186 smallholder farms met gemiddeld 1.2 hectare (FAO, 2017). Een boerenbedrijf dat een kleinere oppervlakte bewerkt dan 2 hectare wordt in dit onderzoek een smallholder genoemd. Dit onderzoek is geschreven op basis van de gegevens die over de smallholder bedrijven bekend zijn. Gezien het aantal smallholder bedrijven zal een verandering voor deze bedrijven effecten kunnen hebben op de binnenlandse Keniaanse economie.

Kenia is een land met een grote diversiteit aan geografische omstandigheden, het hoogste punt ligt op 5200 meter boven zee niveau op Mount Kenia. De regenval per jaar varieert in Kenia van 200mm tot 2000 mm per jaar (Ordoho,2006). Van het landoppervlak zou 12% geschikt zijn voor de agrarische productie (Ordoho,2006). De bevolking woont voornamelijk in het gebied dat ook landbouwgeschikt is, de woestijn gebieden kennen weinig bevolking. Ook kent Kenia enkele gebieden die geschikt zijn als wildpark, in deze gebieden lopen veel wilde dieren die als attractie dienen voor toeristen (Bergeroet&van Engele, 2014)



Figuur 3: verdeling van de aardappelteelt in Kenia (Janssens , et al., 2013)

Het gemiddelde nationaal inkomen was in 2015 USD 1340 (World bank 2017). Kenia profiteerde de afgelopen jaar door de toegenomen handel in voornamelijk koffie en thee, dit resulteerde er in dat 50% van de exportwaarde afkomstig was van de agrarische sector. Een probleem voor de Keniaanse economie is de Inflatie, de inflatie ratio was in december 2013 nog 7.15%. De agrarische productie was in 2010 goed voor 24% van de nationale productie waarde, na de dienstverlenende sector was de landbouw economisch de belangrijkste sector (Bergeroet, van Engele, 2014).

Volgens Janssens et al., 2013 telen 500.000 boeren jaarlijks 128.000 hectare aardappelen. In de studie wordt uitgegaan van een landelijke gemiddelde opbrengst van 7.7 ton per hectare (Janssens et al., 2013). De aardappelproductie is vooral geconcentreerd in de hoger gelegen delen van Kenia, 70% van de productie wordt 2100 meter boven zee niveau gerealiseerd (Janssens et al., 2013). Figuur 3 geeft de verdeling van de belangrijke aardappelteeltgebieden in Kenia weer. Tabel 3 geeft de verdeling weer van het aardappelareaal over de verschillende bedrijfstypes weer. De aardappelproductie is voornamelijk geconcentreerd in de hooggelegen gebieden (1,500-3000 meter boven zee niveau). In deze hooggelegen gebieden is het verbouwen van aardappelen aantrekkelijker dan het verbouwen van maïs, de aardappel produceert meer energie per dag dan maïs.

Tabel 3: Samenstelling van het aardappelareaal in Kenia (KENAPOFA,2010)

Estimation of composition of potato growers groups					
Potato growers group	% farmers	No. farmers	Average potato area per farm (ha)	Total potato area (ha)	% area
Small scale	90.0	450,000	0.2	90,000	70
Small/medium scale	8.0	40,000	0.4	16,000	13
Medium/large scale	1.95	9,750	2	19,500	15
Large scale	0.05	250	10	2,500	2
Total	100.0	500,000		128,000	100

Source: own estimation.

Van de aardappel productie is 20% voor de eigen consumptie, de overige 80% van de oogst wordt verhandeld via lokale markten en gespecialiseerde handelaren. Van de geteelde aardappelen wordt 2% verwerkt tot chips of frites (Danial, et al., 2016). Uit onderzoek van het CIP (International Potato Center) dat is weergegeven in tabel 4 bleek de verkoop van de gewassen 51% van het totale inkomen van de ondervraagden opbracht (Kaguongo et al., 2008). Verder bleken de ondervraagde telers gemiddeld 17 jaar ervaring hebben in het telen van aardappelen, gemiddeld werd er 0,35 hectare aardappelen geteeld door de ondervraagden. Van de ondervraagden maakte 15,6% van de telers gebruik van een irrigatie methode in de aardappelteelt.

Tabel 4: verdeling van inkomen van de smallholders (Kaguongo, et al., 2014)

Source	Kenya		
	Meru Central	Nyandarua	All
Crop sale	55	48	51
Animals and animal products	18	36	28
Remittances	18	15	16
Other on-farm incomes	8	2	4
Off-farm income	3	1	2
Sample size	100	151	251

In 2014 werd aardappelen verbouwd op 115.604 hectare in Kenia (FAO STAT, 2016). Dit areaal wordt voornamelijk geteeld door kleine boeren de zogenaamde smallholders. De aardappel is na maïs het belangrijkste voedselgewas van Kenia (Janssens et al., 2013).

Om een beeld van de toekomstige aardappelconsumptie te geven de volgende som, gebaseerd op aannames. De bevolking blijft de komende 20 jaar met 2,5% per jaar groeien. In 2036 is er dan een bevolking van 79.418.705 inwoners. Indien de bevolking per inwoner 28,5 kilo aardappel per jaar consumeert dan is de consumptie in 2017 1.381.307 ton, in 2036 zou dat een consumptie van 2.263.433 ton betekenen. Als de productie zelfvoorzienend zou zijn voor consumptie dan komt de 115.604 hectare uit op een productie van 11,94 ton per hectare in 2017. Doet men datzelfde voor 2036 met dezelfde hectares dan komt men op 19.58 ton per hectare uit. Genoemde berekeningen zijn een voorspelling van de trends. Exacte toename van de bevolking in de aankomende twintig jaar is lastig te voorspellen. De vraag naar aardappelen zal tevens afhangen van de ontwikkelingen op het gebied van maïsteelt en eventuele ontwikkeling van een westers eetpatroon.

De agrarische sector is goed voor 24% van het Keniaanse nationaal binnenlands product, de industrie en de diensten sector zijn goed voor 16,7% en 59,2% van het nationaal binnenlands product. De land en tuinbouw sector voerde in 2008 producten uit ter waarde van 763 miljoen dollar (Ministry of LNV, 2009).

3.1.3 Bodem:

De bodemconditie speelt een grote rol bij het produceren van de aardappelopbrengst. Door (Wiersema et al., 2013) werd de bodemvruchtbaarheid als een van de belangrijke factoren gezien die de lage aardappelopbrengst veroorzaakt in Kenia. De Keniaanse aardappelteelt heeft zich geconcentreerd in de hoger gelegen heuvels, deze kennen een relatief koel en vochtig klimaat. De aardappel is 500 tot 750 mm regenwater nodig in het groeiseizoen.

- Bodemvruchtbaarheid

Bij het oogsten van een gewas komen gewasresten voor, bijvoorbeeld stro bij tarwe en loof bij aardappelen. In Nederland worden gewasresten op het land gelaten om te verteren en de organischestof balans aan te vullen, dit wordt gezien als een positieve uitgangssituatie voor een nieuw gewas (Zwart., et al, 2013). 70% Van de Keniaanse boeren die geïnterviewd zijn in onderzoek Muindi Et al (2015) gaf aan de resten van het vorige gewas te voeren aan hun veestapel. Van de boeren liet 8,3% van de boeren de gewasresten achter op het land om de bodemvruchtbaarheid te verbeteren, en 9,4% van de boeren verwerkte de resten tot compost. De overige boeren verkochten of verbrandden de gewasresten.

Van mede invloed op de aardappelopbrengst is de bodemkwaliteit, deze neemt af in de aardappelgebieden. De afname van de bodemkwaliteit wordt veroorzaakt door bemestingen die de opgenomen nutriënten niet aanvullen, en door te snel weer aardappelen op hetzelfde perceel te verbouwen. Volgens W, Kaguongo et al., 2008) teelt 45% van de ondervraagden 3 keer of vaker aardappelen binnen 4 groeiseizoenen. In de vruchtbare gebieden van Kenia is het mogelijk om twee keer per jaar een aardappeloogst te realiseren. Door het jaar heen varieert de daglengte nauwelijks, er zijn tevens twee regenseizoenen die genoeg vocht produceren om de aardappelteelt te realiseren. Uit het onderzoek van Kaguongo et al (2014) bleek tevens dat 14% van de telers de aardappelteelt combineerde met de teelt van een ander gewas binnen het aardappelgewas. Het combineren van twee gewassen verhoogt de mogelijke totale opbrengst van het stuk grond, echter moet de NPK aanvoer altijd afgestemd worden op de afvoer. De aardappelen worden in dit geval gecombineerd met een peul vrucht of een graangewas, men noemt deze werkmethode intercropping.

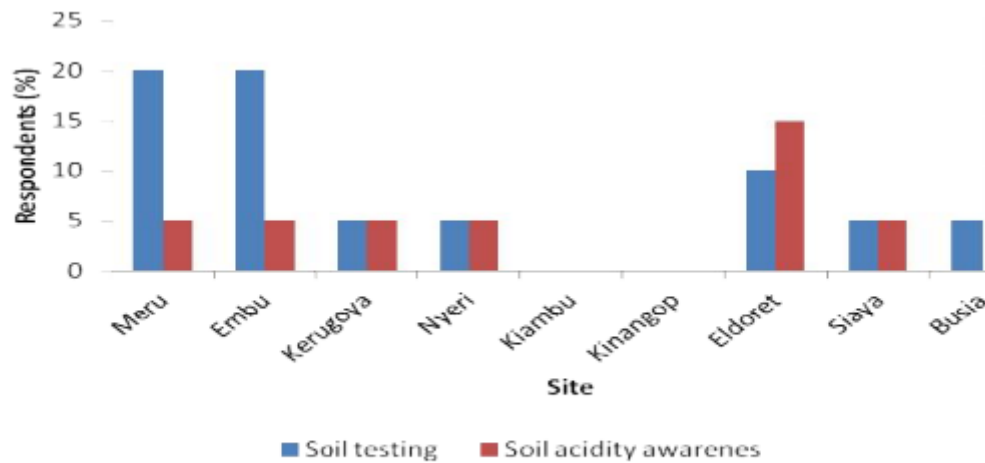
Aardappelen worden hoofdzakelijk op drie type grondsoorten geteeld, vulkanisch, rode klei, en lemige gronden (Muthoni, et al., 2013).

Erosie is een risico in de Keniaanse aardappelgebieden, erosie zorgt voor het afvoeren van de vruchtbare teeltlaag. In Kenia vindt 70% van de aardappelproductie plaats boven de 2100 meter boven zeeniveau (Janssens et al., 2013). Het klimaat in Kenia wordt gekenmerkt door twee regenseizoenen, tijdens deze periodes kan wel 80 mm regen binnen twee uur tijd vallen. Het gegeven dat de aardappelteelt zich in de heuvels gevestigd heeft samen met de heftige regenbuien in het regenseizoen vergroot de kans op erosie. Het gaat hier dan om watererosie (bodemacademie, 2017), de bodemdeeltjes worden door regendruppels en stromend water losgemaakt en getransporteerd. Dit kan leiden tot afspoeling van de bouwvoor, de vruchtbare top laag waar de gewassen op worden verbouwd. Wanneer de bodem begroeid is wordt het water door de begroeiing afgeremd, het water kan dan in de bodemzakken.

- PH

De PH is de zuurtegraad van de bodem, in de literatuur wordt er over zuurtegraad gesproken in Nederland geven we dit aan door het PH-Getal. 13% Van het landoppervlak in Kenia kan worden aangemerkt als zure grond (Muindi et al., 2015). Echter hoeveel opbrengst de lage PH waardes de Keniaanse boeren kost is zeer lastig aan te geven, dit verklaart het lage draagvlak onder de boeren om te investeren in PH verhogende maatregelen. De zuurtegraad van de bodem wordt beïnvloed door de hoeveelheid kalk die in een bodem aanwezig is, en door meststoffen. Door kalk toe te voegen verhoogd men het PH-getal, door zwavelzure ammoniak te gebruiken als meststof wordt het PH-getal verlaagd. Bodemleven en de mineralisatie van organische stof worden verminderd door een zure bodem, dus lage PH waarde (Zwart et al., 2013). In het onderzoek van (Muindi et al., 2015) werd de conclusie getrokken dat de boeren een beperkte kennis hadden over de problemen die de lage PH met zich meebrengt. Het PH getal is vaak lager dan 5.5 van de gronden in het Keniaanse aardappelgebied, vulkanische gronden hebben vaak een laag PH getal. De lage stand van de PH wordt tevens veroorzaakt door de hevige regenbuien tijdens de verschillende regenseizoenen (janssens, et al., 2013)

Om een overzicht te krijgen van de conditie van de bodem en of een bekalking van de bodem noodzakelijk is, kan de teler een grondmonster laten nemen. In het onderzoek van (Muindi et al., 2015) werd aan de telers gevraagd of zij beschikten over een bodemanalyse. In figuur 4 is te zien hoeveel % van de telers in een gebied beschikten over een bodemanalyse, en hoeveel % van de telers op de hoogte waren van het belang van zuurtegraad van de bodem. Opvallend in figuur 4 is het verschil tussen dat tussen de gebieden bestaat in het beschikbaar hebben van een bodemanalyse. Figuur 5 geeft weer hoeveel % van de telers Lime (calcium carbonaat) aan de bodem toevoegt om de PH te verhogen, danwel de bodem te neutraliseren.



Percentage of farmers having soil acidity knowledge and have tested their soils in the nine sites

Figuur 4: percentage dat grondmonsters heeft laten nemen (Muindi et al., 2015)

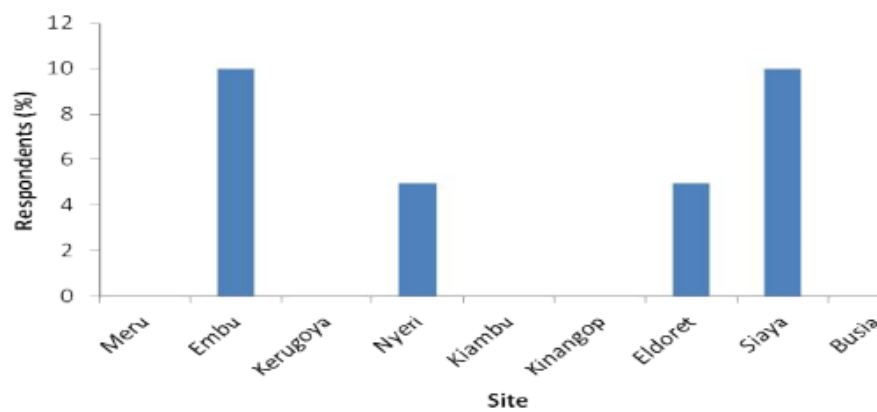


Fig. 4. Percentages of farmers applying lime in their farms at the nine sites

Figuur 5 percentage van de telers die lime toepassen op het bedrijf (Muindi et al., 2015)

3.1.4 Uitgangsmateriaal:

Elke aardappelteelt start met uitgangsmateriaal. Uitgangsmateriaal wordt gekweekt en geselecteerd, welke criteria aan dit proces hangen hangt af van de eindbestemming van de aardappel en het teeltgebied. De kleur van de aardappel hangt af van de voorkeuren van het gebied waar de aardappel geteeld zal worden. Op de aardappelmarkt in Kenia verkoopt een rode aardappel beter dan een gele, de Keniaanse consument verwacht bijvoorbeeld dat een gele aardappel sneller groen verkleurt dan een rode bij blootstelling aan het daglicht (Muthoni, et al., 2013). In de Nederlandse situatie koopt de aardappelteler gecertificeerd uitgangsmateriaal bij een gespecialiseerde pootgoedteler. In andere gevallen koopt de teler gecertificeerd pootgoed en vermeerderd dit zelf door tot uitgangsmateriaal voor zijn eigen aardappelteelt. In Kenia is de aardappelinfrastructuur minder ontwikkeld en minder geprivatiseerd dan in Nederland. Het ontwikkelen van nieuwe aardappel rassen wordt in Kenia gedaan door overheidsinstanties. In Nederland is ras ontwikkeling in handen van particuliere instanties, deze zijn ook eigenaar van de aardappelrassen, zij krijgen ook een vergoeding als een teler deze aardappelrassen gebruikt. De vergoeding voor het gebruik van deze rassen noemt men een licentie bijdrage, de teler van deze rassen betaalt een bedrag per hectare aan de ontwikkelaar. (Kaguongo, et al., 2013)

Nieuwe aardappelrassen zijn geselecteerd op betere eigenschappen, deze eigenschappen zijn bijvoorbeeld, verwerkingsrendement, droogte resistentie, resistentie tegen schadelijke aaltjes, of de aardappelen produceren een hogere opbrengst per hectare. De organisaties Kari en de ADC zijn de huidige twee grote producenten van pootgoed in Kenia momenteel. Kari produceerde tot nu toe 25 tot 50 ton uitgangsmateriaal per jaar (Janssens, et al., 2013) In Kenia zegt 53% van de ondervraagden van onderzoek uit 2008 gebruik te maken van verbeterde aardappelrassen. Van de aardappel telende boeren teelt 25% het ras Tigoni, Asante en Desiree worden elk door 10% van de boeren geteeld. Uit het onderzoek bleek verder dat de smallholders gemiddelde na 5,9 jaar seizoenen het pootgoed vernieuwden. Pootgoed vernieuwing gebeurt geschied door aardappelen van de buurman aan te schaffen, of door gecertificeerd pootgoed aan te schaffen (Kaguongo, et al., 2008).

KEPHIS-

The Kenya Plant Health Inspectorate Services (KEPHIS) is een publieke organisatie met de bevoegdheid om uitgangsmateriaal te keuren. De Missie van KEPHIS is om op een efficiënte en effectieve manier uitgangsmateriaal te keuren (Kaguongo, et al., 2008).

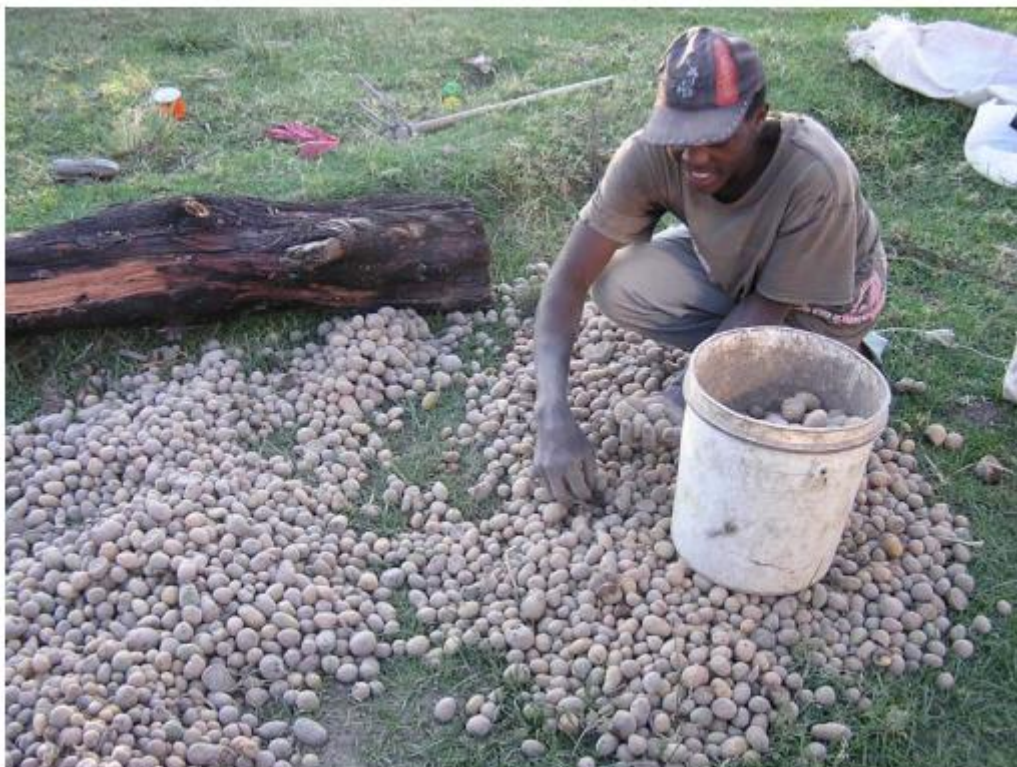
KARI-

The Kenya Agricultural Research Institute (KARI) is een overheidsinstantie met onderzoek voor de Keniaanse landbouw als taak. De taak van KARI is om de productiviteit en de concurrentiekracht van de landbouw te vergroten. Dit door te investeren in kennis, informatie en technieken. Miniknollen worden bij KARI geproduceerd, evenals de ontwikkeling van nieuwe aardappelrassen. Ook ontwikkelt

KARI technieken om gewasbescherming en aardappelbewaring te verbeteren. Onderzoek naar ziekten zoals bruinrot worden ook bij KARI uitgevoerd (Kaguongo, et al., 2008).

ADC-

The Agricultural Development Corporation (ADC) is een coöperatie die belast is met het vermeerderen van het basis pootgoed dat bij KARI geproduceerd wordt. Het basis pootgoed wordt 3 keer na vermeerderd bij KARI en gecontroleerd door KEPHIS, het eindproduct is gecertificeerd pootgoed. Bij ADC wordt 80 hectare aardappelen geteeld, in de toekomst wil men de productie vergroten naar 1200 hectare (Kaguongo, et al., 2008).



Figuur 6 sorteren van het uitgangsmateriaal door smallholder.

Van het pootgoed dat momenteel gebruikt wordt door de smallholders is 1% gecertificeerd door KEPHIS. De overige 99% van het pootgoed is afkomstig van eigen productie, de buurman of aangeschaft op een lokale markt. Tabel 5 geeft een overzicht vanuit welke bron smallholders pootgoed betrekken. Het pootgoed dat niet gecertificeerd is, is dus niet gegarandeerd ziekte vrij. Door middel van het niet gecertificeerde pootgoed kunnen ziekten en plagen met de aardappelen verspreid worden over meerdere telers. Volgens onderzoek (Wang'ombe, v Dijk, 2013) plantte 2% van de landelijke telers gecertificeerd uitgangsmateriaal, echter was 79% van de telers op de hoogte van het belang van gecertificeerd uitgangsmateriaal. Volgens het onderzoek komt de lage adoptie graad van gecertificeerd pootgoed door de aanschaf prijs, gecertificeerd pootgoed is volgens het onderzoek een keer zo duur als ongecertificeerd pootgoed. Volgens het onderzoek van (Durr&Lorenzil, 1980) werd de telers geadviseerd om 2000 kg pootgoed per hectare te planten. De werkelijke geplante hoeveelheid was 1600 kg per hectare (Kaguongo, et al., 2008) De smallholders

gebruiken het aangeschafte pootgoed 6 a 7 seizoenen gemiddeld, na deze periode wordt nieuw pootgoed aangeschaft (Janssens, et al., 2013).

Tabel 5: bronnen van het pootgoed (Muthoni, et al., 2013)

Seed source	Bomet Central	Longisa	Elburgon	Molo	Abothuguchu West	Kibirichia
ADC	4.8	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0
ADC, neighbours	2.4	0.0	6.9	0.0	0.0	0.0
KARI Tigoni, own	2.4	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0
neighbours	38.1	43.2	34.5	78.3	1.9	9.8
Own (farm-saved)	33.3	21.6	50	17.4	3.8	90.2
own, neighbours	19	16.2	5.2	4.3	1.9	0.0
KARI Tigoni	0.0	8.1	0.0	0.0	1.9	0.0
Local market	0.0	0.0	1.7	0.0	9.6	0.0
ADC, KARI Tigoni	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0
Farmers (Kibirichia)	0.0	0.0	0.0	0.0	76.9	0.0
market, own	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0

- Formeel,

De formele manier van pootgoed productie wordt geleid door de overheid en gestuurd door wetten en richtlijnen, deze worden opgesteld door KEPHIS en KARO. Het formele pootgoed systeem is overgebleven van verschillende projecten gesteund bij de overheid en ontwikkelingsorganisaties. De doelen van het formele programma zijn, productie, distributie en de promotie van gecertificeerd pootgoed. Het pootgoed wordt geproduceerd door KARI-Tigoni en private bedrijven zoals Kisima en Agrico East Africa. Het pootgoed van KARI-Tigoni wordt maximaal drie generaties vermeerderd, na certificering door KEPHIS kan het als pootgoed verkocht worden. Alleen pootgoed dat gecertificeerd is door KEPHIS mag legaal verkocht worden in Kenia. Volgens rapporten van Kari-Tigioni was de productie in 2011 van het basis uitgangsmateriaal nog 1500 ton. Volgens onderzoek (Janssens et al., 2013) wordt er jaarlijks circa 128.000 hectare aardappelen verbouwd, voor dit areaal is dus 1500 ton pootgoed beschikbaar.

- Semi-formeel

Het semi-formeel pootgoed bestaat uit twee verschillende soorten van pootgoed, de eerste noemt men Clean Seed. Op een boerenbedrijf wordt gecertificeerd pootgoed aangekocht, dat wordt na vermeerderd en verkocht als Clean Seed. De teler voert zelf de selectie van de aardappelen uit, maar wordt niet gecontroleerd door KEPHIS. De teler voert als het ware een na vermeerdering van het gecertificeerde pootgoed uit. De tweede route van semi-formeel pootgoed is positieve selectie, in Nederland noemen we dit de stamselectie. Bij de stamselectie wordt 1 aardappelplant gekozen, deze is vrij van ziekte symptomen en oogt gezond. De knollen van deze aardappelplant worden meerdere generaties navermeerderd, dit resulteert in relatief schoon uitgangsmateriaal. Ook tijdens deze manier van aardappelen vermeerderen wordt er geen controle door KEPHIS uitgevoerd en wordt het pootgoed niet officieel gecertificeerd.

- Informeel,

Dit informele pootgoed is niet gecertificeerd en ook niet afkomstig van gekeurd uitgangsmateriaal. Dit betreft pootgoed dat afkomstig is van de eigen aardappelteelt of dat van een buurman. Pootgoed dat deze afkomst heeft staat bekend als pootgoed met de laagste kwaliteit (Kaguongo, et al., 2013). De aardappelen worden zonder richtlijn geteeld en geselecteerd, aardappelen die gebruikt worden zijn te klein voor verkoop of overgebleven van de voorgaande oogst. Pootgoed met deze afkomst is vaak besmet met bruinrot en verschillende virus ziektes. Informeel pootgoed resulteert in lage opbrengsten, de teler is in staat door informeel pootgoed om uitgangsmateriaal te verkrijgen zonder investering.

Tabel 6: overzicht van het gebruikte pootgoed (Kaguongo, et al., 2014)

Characteristics	Kenya			Uganda		
	Meru Central	Nyandarua	All	Kabale	Kisoro	All
Percentage of farmers renewing seeds	75	21	41	25	25	25
Number of seasons after which seeds are renewed*						
Average number of seasons	4.0	7.1	5.9	6.6	6.5	6.6
Standard deviation	3.0	2.1	2.9	2.7	3.9	2.7
Median	2.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Percentage of farmers using						
Small size seeds	18	28	24	54	48	52
Medium size seeds	76	77	77	64	54	60
Large size seeds	9	6	7	16	15	15
Average seed rate by seed size (kg/ha)						
Small size seeds	1,129	1,467	1,388	1,024	632	919
Standard deviation	577	504	538	674	303	621
Medium size seeds	1,682	1,755	1,733	1,217	1,114	1,183
Standard deviation	589	638	624	723	556	672
Large size seeds	1,974	1,034	1,359	1,295	1,274	1,286
Standard deviation	715	499	729	1002	662	852
All seed sizes	1,605	1,664	1,647	1,142	976	1,089
Standard deviation	630	629	630	732	557	685
Price of seeds (USD/t)						
Average	104	50	72	119	120	119
Std	34	25	41	85	85	85
Median	100	37	66	105	105	105
Sample size	100	151	251	95	49	144

De Keniaanse teler heeft als doel het telen van grote aardappelen, deze zijn populair op de lokale markten en voor de eigen consumptie (Kaguongo, et al., 2008). Tabel 6 geeft weer hoeveel de telers kg de telers planten per hectare en van welke maat, onbekend is echter welke maten in millimeters toegepast worden. Echter vernieuwde de gemiddelde teler zijn pootgoed niet altijd eens in de 5,9 jaar, de 5,9 geldt alleen voor telers die aan pootgoed vernieuwing doen. In de Nederlandse praktijk is het bekend dat er te sturen is in de aardappel teelt op de maat van de aardappelen die geoogst worden. Door te sturen in de maat van de knollen en de afstand tussen de knollen kan de teler sturen in de ontwikkeling van de plant. Als men kleine aardappelen plant dan zullen deze minder kiemen produceren, het lagere aantal kiemen per plant resulteert in meer energie per te produceren aardappel. De theorie is dat een kleine pootaardappel een klein aantal grotere aardappelen produceren. De teler kan dus zijn strategie aanpassen om dikkere aardappelen te kunnen produceren.

3.1.5 Ziekten en plagen:

Paragraaf 3.1.5. richt zich op de ziekten en plagen die in Kenia voorkomen in de aardappelen. De bekendste ziekte in de aardappelen is phytophthora, ook wel bekend als de aardappelziekte, naast phytophthora zijn er meerdere in Kenia nog meer ziekten die invloed hebben op de opbrengst. Ziekten en plagen kunnen zich door middel van verschillende wegen verplaatsen. Bij de aardappelen zijn drie belangrijke ziekte verspreiders, bodem, lucht en uitgangsmateriaal. Om ziekte verwekkers te kunnen bestrijden is vaak een chemische bestrijding nodig. Uit onderzoek bleek dat 91% van de ondervraagde boeren deed aan chemische bestrijding in de aardappelen (Wang'ombe, v Dijk, 2013). Tabel 7 gepubliceerd door Muthoni, et al (2013) laat zien welke ziekten er op de bedrijven aanwezig waren tijdens bezoeken aan de percelen. Bruinrot werd vastgesteld door de onderzoekers, de overige ziekten zijn waarnemingen van de smallholders.

Tabel 7 percentage van boeren dat besmetting had van een van de genoemde ziekten (Muthoni, et al., 2013)

Major diseases affecting potato production in six divisions in Kenya (% of respondents)

Disease	Bomet Central	Longisa	Abothuguchi West	Kibirichia	Elburgon	Molo
*Bacterial wilt	90.5	75.7	100.0	61.0	98.3	100.0
Late blight	76.2	70.3	75.0	56.1	46.6	52.2
Leaf rust	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
viruses	0.0	24.3	38.5	24.4	10.3	34.8
leafminer	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0
nematodes	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0
None	0.0	0.0	0.0	19.5	1.7	0.0

* = was directly observed in the fields. The other diseases were reported by the farmers during interview.

- Bruinrot

Bruinrot noemt men in het Engels bacterial wilt, bruinrot kom zeer veel voor in Afrikaanse landen door de gunstige omstandigheden voor de ziekte (Hayward, 1991). Volgens de studie van Kaguongo et al (2010) is 77% van de boerderijen in Kenia waar aardappelen geteeld worden besmet met de bacterie bruinrot. Volgens ander onderzoek zou 59% van de aardappelpercelen boven de 2000 meter besmet zijn met bruinrot en 86% van de percelen onder de 2000 meter boven zeeniveau besmet zijn met bruinrot (Wakahu et al., 2007). Bruinrot is de meest belangrijke aardappelziekte in Kenia gevolgd door phytophthora (Kaguongo et al., 2008). De veroorzaker van de bruinrot ziekte is de bacterie *Ralstonia solanacearum*. De nachtschade familie is niet de enige familie die vatbaar voor bruinrot is, de ziekte heeft op 200 verschillende plantensoorten van 50 verschillende families invloed (Hayward, 1991). Volgens French (1994) treft bruinrot vele planten die een belangrijk gewas zijn in Kenia, voorbeelden daarvan zijn, aardappel, tomaat, walnoten, tabak en chilli. In Nederland zijn de belangrijkste verspreidingsroutes oppervlakte water en pootgoed. Daarnaast kan bruinrot zich ook verspreiden door contacten tussen pootgoed en waardplanten (Kavelaars et al., 2000). De aantasting van Bruinrot begint met snelle rotting van de jongste bladeren op het warmste moment van de dag, de plant herstelt nachts bij de lagere temperaturen (Martin&French, 1985). Als de ziekte zich ontwikkelt binnen de plant gaan alle bladeren rotten, met als gevolg dat de plant afsterft. Stengels die geïnfecteerd zijn zichtbaar door zwart-bruine strepen in de stengel, de plant gaat tevens de productie aan van nieuwe stengels (Champoiseau, 2008). Voor de teler is het van belang de symptomen te herkennen en een plan te maken bij besmetting. Tabel 8 geeft weer hoeveel procent van de bedrijven besmet zijn met bruinrot, ook geeft de tabel weer hoeveel % van de planten aangetast is. De teler kan dan in kaart brengen welke rassen minder gevoelig zijn voor de bruinrot bacterie en welke gewassen een waardplant zijn voor de bacterie.

Tabel 8: Percentage van de smallholders met bruinrot besmetting op het bedrijf (French,1994).

Bacterial wilt incidence (%)	Bomet Central	Longisa	Abothuguchi West	Kibirichia	Elburgon	Molo
0	9.5	24.3	0.0	39.0	1.7	0.0
1- 10	14.3	10.8	3.8	41.5	1.7	8.7
11-20	19.0	8.1	19.2	12.2	12	0.0
21-30	9.6	51.3	32.7	2.4	1.7	13
31-40	7.2	5.4	32.7	0.0	82.6	56.3
41-50	40.5	0.0	3.8	2.4	0.0	21.7
51-60	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0
61-70	0.0	0.0	1.9	2.4	0.0	0.0
71-80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
81-90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90-100	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0

- Phytophthora

phytophthora in het Engels Late Blight wordt in het Nederlands ook wel de aardappelziekte genoemd. Deze ziekte kan in de heuvels van Kenia vooral tijdens het regen seizoen voor grote schade zorgen in de aardappelgewassen in de koele heuvels van Kenia (Sleper en Poehlman,2006). In onderzoek van Nyakanga et al (2003) werd bekend dat boeren tot 30% van hun aardappelen verloren als gevolg van phytophthora, de verliezen werden in de provincie Meru als hoogste geschat. Interessant is dat in Meru 72% van de telers de aardappelen beregent, in de andere delen van Kenia beregent tussen de 7 en 11% van de boeren (Kaguongo, et al, 2008). De boeren zijn zich steeds meer bewust van een chemische bestrijding tegen phytophthora. De phytophthora druk is afkomstig van de gunstige omstandigheden tijdens het regenseizoen voor de schimmel, een warm en vochtig klimaat. Nyankanga et al (2004) maakte een schatting dat 98% van de boeren in Meru, Mount Elgon en Njabini regio de aardappelen bespoot met een fungicide. De boeren voeren gemiddeld 5 bespuitingen uit per seizoen, met uitschieters naar 10 bespuitingen per seizoen. De boeren gebruiken fungicides zoals, Ridomil, Mancozeb en de meest gebruikte door de boeren is Dithane (Nyankanga et al., 2004). In tabel 9 is af te lezen dat Mancozeb het meeste gebruikt wordt, of er ook middelen afgewisseld werden valt niet uit de tabel op te maken. In de praktijk waren er ook verschillende signalen dat telers het middel inzetten dat het best werkt en dit middel vervolgens niet afwisselen met een ander middel. Het niet afwisselen van middelen kan phytophthora resistent maken tegen een middel.

Tabel 9 (Kaguongo, et al., 2008)

	Kenya		
	Meru Central	Nyandarua	All
Percentage of farmers who:			
Consider late blight a threat	98	88	92
Are aware of variety differences in sensitivity to late blight	94	48	66
Percentage of farmers controlling LB by:			
Use of fungicides	99	62	77
Early planting	0	0	0
Weeding	0	0	0
Uprooting affected plant	0	0	0
What determines when to start spraying (%)*			
When leaves are affected	26	39	32
Immediately after emergence	33	1	18
Plant height	33	6	21
When cold/chilly weather starts	23	18	21
Some days before/after weeding	0	0	0
Count some days after emergency	14	45	28
Average number of sprays*	3.7	1.8	2.7
Standard deviation	1.9	0.7	1.7
Median	3.0	2.0	2.0
Percentage of farmers using*			
Mancozeb (mainly Dithane-M45)	96	2	52
Ridomil	22	88	53
Insecticide (Karate and Ambush)	2	0	1
Propineb based fungicide	1	7	4
Herbicides (Aqua Pro) &	0	2	1
Dewormer (Nilzan)			
Unknown	1	1	1
Sample size	100	151	251

- Virus ziekten

Virus ziekten worden overgedragen door luizen en verder doorgegeven door het plantgoed. In Kenia worden de aardappelen geteeld door eigen geoogste aardappelen te gebruiken als pootgoed of de aardappelen worden gekocht bij de burens en lokale markten (Khurana and Garg, 2003). Bij deze vorm van handelen en vermeerderen worden zeer waarschijnlijk viruszieke planten niet verwijderd (selectie). De virus ziekten die het meeste voorkomen in Kenia zijn, Potato Virus A, Potato Virus X, Potato Virus Y, Potato Virus Z, en het virus bladrol (KARI, 2000)

- Nematodes

Aardappelcysten aaltjes ook wel nematodes zijn schadelijk voor de aardappelproductie, ze tasten het wortel gestel van de aardappelplant aan. De aardappelcysten aaltjes komen net als de aardappel zelf van oorsprong uit Zuid-Amerika. Als de aardappelen in een perceel gepoot worden ruiken de aaltjes de stoffen die de aardappelen uitscheiden, de aaltjes zullen dan uit hun eitje komen en actief worden. De aardappelcysten aaltjes hebben 1 cyclus per jaar en produceren daarbij 100 tot 1000 eitjes per cyclus (Beers, et al., 2010). In 1962 publiceerde Hainsworth een studie waaruit bleek dat aaltjes een productie verlies van 10% per jaar veroorzaakten in de voedselgewassen van Oost Afrika (waaronder ook de aardappel). In Kenia zijn de volgende aardappelcystenaaltjes geconstateerd ,Meloidogyne spp, Trichodurus spp, Rotylenchus, paratylenchus, (Whitehead 1960). Dit onderzoek is in 1960 opgeleverd en toen werd in 38% van de grondmonsters het aaltje Meloidogyne aangetroffen in de grondmonsters.

3.1.6 Teelthandelingen:

Teelthandelingen zijn de handelingen of keuzes die de teler moet uitvoeren of maken om aardappelen te kunnen telen. Met andere woorden de keuzes van de smallholder hebben direct invloed op de opbrengst. Onder teelthandelingen vallen de werkzaamheden op het land, voorbeelden hiervan zijn land klaarmaken, aardappelen poten en het oogsten. Tijdens het teeltseizoen moet de aardappelakker onkruid en ziekte vrij gehouden worden. Onkruid en ziekten worden zowel chemisch bestreden als machinaal, zieke planten en onkruiden worden handmatig verwijderd. Na het groeiseizoen wordt het loof van de aardappelen verwijderd en worden de aardappelen geoogst. Dit is een globale opsomming van de werkzaamheden die tijdens het telen van aardappelen voorkomen. Al deze werkzaamheden zijn in Nederland volledig gemechaniseerd, in Kenia is de situatie echter tegenovergesteld en worden veel van deze werkzaamheden nog met de hand uitgevoerd, of ze zijn half geautomatiseerd. Door de werkzaamheden met de hand uit te voeren is er sprake van een grote diversiteit van hoe de handelingen uitgevoerd worden. Het bewerken van de grond is met de hand een zeer zware bewerking, de kwaliteit van dit soort werkzaamheden zal door mechanisatie verder kunnen verbeteren.

- Mechanisatie

De Keniaanse boer bewerkt doorgaans een oppervlakte dan 2 hectare landbouwgrond, uitgebreide mechanisatie is te groot voor deze oppervlaktes. Vanuit eigen ervaring gezien beschikken alle Keniaanse boeren over een Jembe ook wel Hoe genoemd. Met dit werktuig wordt de grond losgemaakt voor het poten en wordt de rugopbouw uitgevoerd voor het aardappelpoten, ook worden de aardappelen geoogst doormiddel van dit werktuig. Dit werktuig is goedkoop in aanschaf en eenvoudig zelf te repareren, de stok maken de meeste boeren zelf van een stuk hout. Naast de jembe beschikt 53% van de Keniaanse boeren over een fiets. Dat niet elke ondernemer de beschikking heeft over eigen fiets geeft de mate van mechanisatie weer, in Nederland beschikken kinderen van 4 jaar al over een eigen fiets. Voor ploegwerkzaamheden beschikt 10% van de Keniaanse boeren over een ossen-ploeg, boeren zonder oss besteden het ploegen uit of doen dit met de jembe. Voor transport werkzaamheden beschikt 12% van de boeren over een ossen-kar ezels en motorvoertuigen worden ook veel ingezet voor transport (Kaguongo, et al, 2008). De smallholders voeren de bespuitingen in de aardappelen uit door middel van een rugspuit. De boeren gaven aan in het onderzoek van Janssens dat gemotoriseerde mechanisatie te duur was voor hen.

Tabel 10: Overzicht met welke werktuigen de smallholders de aardappelen oogsten (Kaguongo, et al., 2014)

	Bomet n=52	Meru n=53	Nakuru n=69	Nyandarua n=73	All n=247
<i>Harvesting tools (%)</i>					
Fork jembe	1.9	56.6	42.0	97.2	52.8
Oxen	92.3	1.9	11.6	0	23.2
Hoe	1.9	0	31.9	1.4	9.8
Sticks	0	41.5	0	0	8.9
Hands	3.8	0	13.0	1.4	4.9
Panga	0	0	1.4	0	0.4
<i>Harvesting labour (%)</i>					
Family	21.2	7.5	11.6	9.6	12.1
Casual	73.1	86.8	88.4	90.4	85.4
Others (oxen, etc.)	5.7	5.7	0	0	2.5

- Arbeid

De bewerkingen die de aardappelen met zich meebrengen zijn vooral handarbeid in het geval van de kleinschalige boeren. Voor het uitvoeren van deze arbeid op de boerderij wordt voornamelijk gebruik gemaakt van familie leden en van Casual workers. Casual workers zijn tijdelijke arbeidskrachten, deze mensen zijn in te huren voor handwerk en worden betaald per werkdag. Naast de ingehuurd arbeidskrachten zijn er veel familie leden op de boerderijen te vinden, waarschijnlijk valt het aardappeloogsten onder zware arbeid en worden daarom mensen ingehuurd. In tabel 10 is verder te lezen met welke werktuigen de Keniaanse boeren de aardappelen oogsten. Hoofdzakelijk worden de Jembe en de ossen gebruikt voor de oogst, echter enkele boeren gaven zelfs aan de aardappelen te oogsten met de Panga. De Panga is het grote kapmes dat een Keniaanse boer altijd bij zich heeft.

- loofdoding

Loofdoding is het vernietigen van het loof twee weken voor het oogsten, de groei wordt dus als het ware kunstmatig gestopt. De groei van de aardappelplant wordt gestopt en de schil van de aardappel kan afharden, door de afgeharde schil wordt de aardappel minder gevoelig voor beschadigingen. De aardappel wordt als het ware voorbereid op de oogst en opslag periode. Bij een ernstige besmetting van phytophthora wordt door middel van loofdoding tevens voorkomen dat de phytophthora de knollen kan infecteren (Kesselen, et al., 2017). In tabel 11 valt te lezen dat 94,3 % van de ondervraagden aan een vorm van loofdoding deed tijdens de teelt van aardappelen. Van de ondervraagde boeren deed 51,9% aan het verwijderen van het aardappelloof, het loof wordt losgemaakt van de knollen en zo wordt de groei gestopt. Het uitgroeien van het aardappelgewas waardoor het loof natuurlijk afsterft, is ook een manier voor de Smallholders om de plant te laten afsterven. De plant verbruikt zijn groeikracht, het loof zal dan op een gegeven moment compleet afsterven de aardappel zal dan ook afharden, 48,1% van de ondervraagden verkoos deze methode van werken.

Tabel 11: Percentage van de telers dat aan loofdoding doet (Kaguongo, et al., 2014).

	Bomet n=52	Meru n=53	Nakuru n=69	Nyandarua n=73	All n=247
<i>Pre-harvest practices</i>					
Farmers who prepare potatoes before harvesting (%)	98.1	92.5	94.2	93.2	94.3
<i>How farmers prepare potatoes for harvesting (%)</i>					
Dehaulming	86.3	56.3	52.3	22.4	51.9
Leave shoots to dry	13.7	43.8	47.7	77.6	48.1

- Teeltrotatie.

De teeltrotatie is een onderdeel van het bouwplan, welke gewassen komen op welke plek. Met de teeltrotatie wordt het aantal jaren bedoeld dat een ander gewas geteeld wordt. In Nederland is de verplichte teeltrotatie bij aardappelen 1 op 3, dat wil zeggen eens in de 3 jaren mag er aardappelen op een perceel geteeld worden. De teeltrotatie is bij wet geregeld in Nederland om de bodemvruchtbaarheid te beschermen. Indien vaker dan eens in de drie jaren aardappelen op een perceel geteeld worden, worden aardappel cystenaaltjes sneller vermeerderd. Door de snellere vermeerdering van aaltjes kan de grond ongeschikt raken voor de teelt van aardappelen. de regulatie van de aardappelteelt is dus in feite zelfbescherming voor de teler. In Kenia ontbreekt deze regulatie echter en is het aan de teler zelf hoe hij zijn teeltrotatie indeelt. In tabel 12 wordt een overzicht weergegeven van hoe de onderzochte boeren hun bouwplan indeelden. Uit tabel 13 is op te maken dat 45% van de telers drie keer of vaker aardappelen teelt in 4 seizoenen tijd. In Kenia telt een kalender jaar twee seizoenen, bij drie keer of vaker in 4 seizoenen teelt de teler dus elk jaar minstens 1 keer aardappelen op hetzelfde perceel. Bij deze intensieve manier van telen krijgt de bodem geen tijd om te herstellen van bodemgebonden ziekten. P,Gildemacher et al, constateerde in 2008 dat de meerderheid van de toen ondervraagde telers in twee seizoenen per jaar aardappelen teelden. Kortom een groot aandeel aardappelen binnen de vruchtwisseling is niet duurzaam gezien de grondgebonden ziektes, ziekte beheer en bodemstructuur, vruchtbaarheid (Struik en Wiersema, 1999). In de tabel 1 staan de resultaten van Muthoni, et al (2013) hoe de Keniaanse boeren uit drie gebieden hun teeltplan invulden. Opvallend is dat bij alle genoemde bouwplannen begonnen wordt met de teelt van aardappelen, deze wordt dan opgevolgd door een graangewas. Na het graangewas teelt de smallholder weer aardappelen. De schema's die in het onderzoek vermeldt staan geven dus een aardappelteelt weer van 1 op 2.

Tabel 12: Teeltschema in drie verschillende gebieden (Muthoni, et al., 2013).

Rotation sequence	District and divisions					
	Bomet	Meru Central			Molo	
	Bomet Central	Longisa	Abothuguchi West	Kibirichia	Elburgon	Molo
potato, maize, potato	14.3	2.7	1.9	12.2	34.5	8.7
potato, maize+beans, potato	50.0	37.8	25.0	0.0	17.2	34.8
potato, maize+bean/cabbage,potato	23.8	40.5	13.5	0.0	0.0	0.0
potato, maize/cabbage,potato	0.0	0.0	17.3	9.8	17.2	17.4
potato, cabbage, potato	0.0	0.0	5.8	9.8	5.2	4.3
potato, maize/wheat, potato	0.0	0.0	0.0	14.6	1.7	0.0
potato, maize+bean/wheat, potato	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0	0.0
others	9.5	16.2	15.4	26.8	0.0	8.7
No rotation	2.4	2.7	19.2	7.3	15.5	30.4

Maize + beans = maize intercropped with beans; maize + beans/cabbage = maize intercropped with beans or cabbage alone; potato, maize, potato = potatoes followed by maize then potatoes in that sequence; maize/cabbage = maize or cabbage.

Tabel 13: Hoe vaak teelde de smallholder aardappelen op hetzelfde perceel in 2004/2005 (Kaguongo, et al, 2008)

	Kenya		All
	Meru Central	Nyandarua	
Number of potato plots grown by farmers in 1 st season of 2005 (%)			
0	5	1	3
1	64	70	68
2	22	18	20
3	4	7	6
4-7	5	4	4
Percentage of farmers growing potato in same plot in 4 seasons (2004/2005)			
Once	18	16	16
Twice	45	35	39
Three times	27	23	24
Four times	10	27	21
Percentage of farmers growing			
Mono cropped potato plots	89	91	90
Potato-cereal/legume intercrop	19	11	14

- Bespuitingen.

De Smallholders maken de keuze om de eerste fungicide bespuiting uit te voeren tegen phytophthora op basis van 3 verschillende beslismomenten. Keuze 1 op basis van het aantal dagen na opkomst, 2 ze spuiten fungicide in combinatie met een herbicide, of 3 de keuze wordt bepaald door de hoogte van de aardappelplant. Van de boeren voert 32% de eerste bespuiting uit als ze met

phytophthora besmette bladeren vaststellen. 21% Van de boeren voert de eerste bespuiting uit als de weersomstandigheden geschikt zijn voor de uitbraak van phytophthora. Het uitvoeren van de bespuiting, na een vast aantal dagen na opkomst schetst de onderzoekers het beeld dat de boeren meer phytophthora schade hebben dan ze bewust zijn (Kaguongo, et al, 2008). De middelen die de smallholders gebruikten zijn weergegeven in tabel 14, opvallend was dat herbicides zeer weinig toegepast werden. Bij de bestrijding van phytophthora werden twee verschillende middelen ingezet. Echter zijn de smallholders die geen chemische bestrijdingsmiddelen gebruikten in dit onderzoek buiten beschouwing gebleven.

Tabel 14: Gewasbeschermingsmiddelen gebruik van de Smallholders (Kaguongo, et al., 2008).

	Kenya		
	Meru Central	Nyandarua	All
Percentage of farmers using*			
Mancozeb (mainly Dithane-M45)	96	2	52
Ridomil	22	88	53
Insecticide (Karate and Ambush)	2	0	1
Propineb based fungicide	1	7	4
Herbicides (Aqua Pro) & Dewormer (Nilzan)	0	2	1
Unknown	1	1	1
Sample size	100	151	251
*For proportion using fungicides			

- Hygiëne

Om verdere besmettingen te voorkomen in het veld kan het bevorderlijk zijn om aangetaste planten of bladeren te verwijderen. Om verdere besmetting en of uitbraak te voorkomen van Phytophthora of Bruinrot zijn verschillende acties mogelijk. In tabel 15 is te lezen dat er een groep telers is die geen actie onderneemt en de plant liet uitgroeien. De officiële methode in Kenia is het verwijderen van de plant en deze te verbranden, onbekend is of het branden de phytophthora sporen ook dood.

Tabel 15: Wat deed de teler met rottende planten in het veld (Muthoni, et al., 2013)

Management of wilting potato plants	Bomet Central	Longisa	Abothuguchi West	Kibirichia	Elburgon	Molo
None	21.4	21.6	11.5	12.2	19	30.4
Spray with fungicides	2.4	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0
Rogue and throw in a hole	14.3	2.7	7.7	4.9	0.0	0.0
Rogue, throw in hole and bury	4.8	13.5	17.3	29.3	8.6	8.0
Rogue and throw in a hole and burn, apply ash in the affected area	16.7	35.1	28.8	4.9	15.5	0.0
Rogue and leave on the path	4.8	5.4	5.8	4.9	6.9	13.0
Rogue and throw far away	16.7	5.4	7.7	0.0	41.4	43.5
Rogue and feed cows	0.0	0.0	9.6	2.4	0.0	4.3
Rogue and leave on the field	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0
Rogue, throw in a hole and burn	9.5	0.0	5.8	2.4	5.2	0.0
N/A	9.5	16.2	0.0	39	1.7	0.0

3.1.7 Bemesting:

Om planten te kunnen laten groeien is de bemesting van belang. In Kenia heeft 90% van de huishoudens eigen vee, deze huishoudens hebben dus een eigen productie van dierlijke mest welke zij als meststof kunnen gebruiken (Kaguongo, et al, 2008). In 2008 gaf 45% van de smallholders de aardappelen te bemesten met dierlijke mest. De hoeveelheid dierlijke mest die in de aardappelen toegediend werd was, 48 kilogram stikstof en 13 kilogram fosfaat per hectare. Van de gebruikte kunstmest is 96% DAP (18%N,46%P) 8% van de boeren gebruikte CAN en 1% van de geïnterviewde gebruikte een NPK (Kaguongo, et al., 2008 tabel 16). Kunstmest wordt gemiddeld voor de helft van de aanbevolen hoeveelheid van 90 fosfaat en 230 stikstof per hectare toegepast, in de vorm diammonium fosfaat 18:46 (Gildemacher et al., 2009). Volgens onderzoek van Wang'ombe en v Dijk (2013) gebruikte 96% van de boeren, 18% van de boeren die kunstmest gebruikte deed dit volgens de norm van 500 kg per hectare. Van de kunstmest gebruikers strooide 72% van de smallholders minder dan de aanbevolen 500kg per hectare, 8% van de telers strooide juist boven de normen. De gemiddelde kunstmest gift was 295 kg DAP per hectare (Kaguongo, et al., 2008). De maatvoering in Kenia is vaak in zakken per acre, de kunstmest zit hoofdzakelijk in 50 kg zakken. Het algemene bemestingsadvies voor de aardappelen is vier zakken van 50 kg per acre, de totale hoeveelheid is dus 200 kg per acre of 500 kg per hectare (Kaguongo, et al., 2008).

Tabel 16: Kunstmest gebruik smallholders in de aardappelen 2004/2005 (Kaguongo et al., 2008)

	Kenya		
	Meru Central	Nyandarua	All
Percentage of farmers using chemical fertilizer	92	87	89
Fertilizer users applying			
DAP	93	98	96
CAN	13	4	8
NPK	1	1	1
Amount of fertilizer applied (Kg/ha)			
Average DAP used	295	248	267
Standard deviation	164	212	195
Median	248	165	248
Percentage of farmers using Organic fertilizer (manure)	53	46	49
Average manure used (kg/ha)*	4,287	1,344	2,535
Standard deviation	3,954	2,237	3,365
Median	2,961	668	1,069
Sample size	100	151	251

3.2.1 deelvraag2: Welke kennis is beschikbaar vanuit bestaande onderzoeken, over de Keniaanse aardappelteelt?

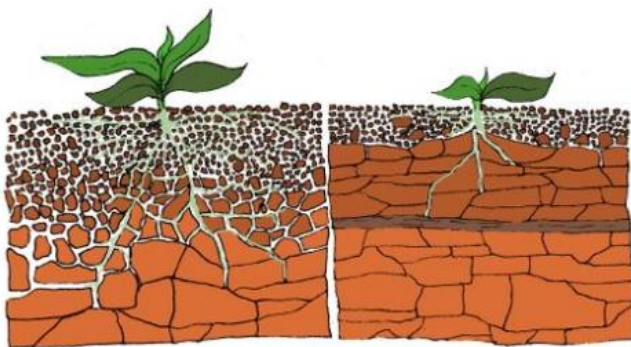
Deelvraag 2 van dit onderzoek richt op het bundelen van de adviezen en informatie die uit het literatuur onderzoek gekomen zijn. In de verschillende studies zijn proeven gedaan/aanbevelingen voor de Keniaanse aardappelteler. Tijdens het beantwoorden van deelvraag 2 wordt de aardappelteelt weer in verschillende onderdelen opgeknipt. Per onderdeel wordt besproken welke mogelijkheden de Keniaanse aardappelteler heeft zijn aardappelteelt te verbeteren. De basis van deze adviezen zijn gebaseerd op onderzoeken die beschikbaar zijn over de Keniaanse aardappelteelt. Uit de gedane onderzoeken blijkt dat er teelttechnisch gebied nog veel te verbeteren valt in de Keniaanse aardappelteelt, denk aan de beheersing van Bruinrot, phytophthora en gecertificeerd pootgoed. In Nederland bedroeg de aardappelopbrengst 45,8 ton per hectare (cbs,2017), in Kenia bedroeg de meerjarige aardappelopbrengst 7,7 ton per hectare (Janssens, et al., 2013). In deze deelvraag wordt ook uit Nederland afkomstige informatie verwerkt, dit wordt gedaan als aanvulling van de beschikbare Keniaanse informatie en als verrijking. De informatie die tijdens het beantwoorden van deelvraag 2 verzameld wordt dient als basis voor het beantwoorden van deelvraag 3. Deelvraag 3 is dus een verzameling van informatie waar de Keniaanse aardappelteler zijn kennis en uiteindelijke opbrengst mee kan vergroten.

3.2.2 Bodem:

De bodem is samen met het uitgangsmateriaal de basis voor een gewas. Een geslaagde aardappelteelt stelt specifieke eisen aan een bodem, vochthuishouding, bewerkbaarheid, vrij van bodemgebonden ziekten en plagen zoals bruinrot en plantparasitaire aaltjes. Naast de aardappelteelt zelf zijn er ook verschillende andere oorzaken te benoemen die hun invloed uitoefenen op de bodem. De genoemde elementen zorgen ervoor dat de aardappel probleemloos kan groeien voor een maximale productie.

- Waterbergend vermogen.

De aardappelplant is een regenval van 500 tot 750 mm nodig in een groeiseizoen, echter is regenwater in Kenia niet altijd beschikbaar (infonet., 2017). De neerslag valt in Kenia in periodes, na een regenperiode volgt een droge periode waarin de aardappelen ook nog moeten kunnen produceren. De aardappel ontwikkelt tijdens de groei een draderig wortelstel, deze wortels worden niet langer dan 60 centimeter. Dit betekent dat de aardappel relatief vlakwortelend is, aardappelen kunnen dus niet profiteren van vocht en voedingselementen die op grotere diepte in de bodem aanwezig zijn. Figuur 7 geeft een weergave van een verdichting in de bodem (hardpan). Het is dus van belang om te zorgen dat voldoende vocht beschikbaar is in het bereik van de plant. Tijdens de pootwerkzaamheden van Agrico in Kenia werd in sommige percelen een hardpan geconstateerd. Een hardpan is een harde ondoordringbare laag, wortels groeien hier niet door heen. Deze laag is in de bodem ontstaan doordat bewerking van de grond alleen oppervlakkig werd uitgevoerd, circa 15 centimeter diep. Door deze harde laag in de bodem dringt vocht minder diep in de bodem, bij overschotten is de bodem eerder verzadigd en bij tekorten is de bodem eerder te droog. In de praktijk is deze harde verstorende laag te bewerken door te woelen, de laag wordt verticaal opgetrokken waarna de wortels van een vervolg gewas de scheuren verder kunnen openbreken. Naast een goed doorwortelbare bodem is organische stof van groot belang in de bodem. Organische stof in de bodem is dood biologisch materiaal afkomstig van planten en dierlijke organismen (bodemleven) dit wordt geleverd door plantenwortels, bladeren, stoppels en stalmest. Organische stof kan tot 20 keer zijn eigen gewicht aan water opnemen, vasthouden dus (Zwart et al., 2013). Dit is van belang bij bodems die van zichzelf weinig water kunnen vasthouden, bijvoorbeeld zandgronden. Door als teler te zorgen dat vocht langer in de bodem vastgehouden wordt zal de aardappel meer vocht tot haar beschikking hebben om tot een hoge productie te komen.



Figuur 7 afbeelding van verdichte laag in de bodem

- Zuurtegraad van de bodem (PH)

De PH is de zuurtegraad van de bodem, in de literatuur wordt er over zuurtegraad gesproken. In Nederland geven we de zuurtegraad aan door het PH-Getal. 13% Van het landoppervlak in Kenia kan worden aangemerkt als zure grond (Muindi et al., 2015). Lage PH waarden kunnen leiden tot verminderde mineralisatie en aanwezige voedingsstoffen worden minder gemakkelijk beschikbaar voor de plant. In Nederland luidt het bodem advies om te streven naar een PH-waarde tussen de 5,5 en de 7 (Beers., 2010). Een PH tussen de 4.90 en de 6.40 wordt in Kenia als streeftraject geadviseerd (Soilcares, 2016). Tijdens de stage in Kenia zijn er bij verschillende boeren grondmonsters genomen. Deze grondmonsters werden genomen in een Keniaans heuveldorpje. In het PH getal van de bodem zaten grote verschillen tussen de verschillende monsters. Het laagste Ph-getal van deze monsters was een PH van 4,4 (figuur 8) Om de PH te verhogen tot binnen het streeftraject werd deze teler geadviseerd om 3000 kg lime per hectare toe te dienen. Agrocultural Lime is een bodemproduct dat calcium carbonaat aan de bodem toevoegt, en daarmee de PH verhoogt. Door de PH van de bodem binnen het streeftraject te brengen verbeterd men niet alleen de bodem voor de aardappelteelt maar ook voor de andere gewassen die de smallholder teelt. Het erkennen en reageren op de zuurtegraad vraagt dus teeltkennis van de smallholder. Volgens Muindi Et al (2015) is de lage PH stand bij veel telers een gevolg van gebrek aan kennis en een gebrek aan financiële middelen om een bodemverbeteraar aan te schaffen.

De zuurtegraad van de bodem wordt door verschillende oorzaken beïnvloed. De eerste oorzaak is als effect op de bodem tijdens de hevige regenbuien van de regenseizoenen (janssens, et al., 2013). De tweede oorzaak die in de literatuur genoemd wordt is de bemesting. DAP is een veelgebruikte kunstmest in Kenia, mono-ammonium in DAP zou volgens onderzoek een verzurende werking hebben op de bodem (Muindi Et al., 2015).

De heer T. van Beers heeft in 2010 de schade van aaltjes in verband gebracht met de stand van de PH. Uit onderzoek bleek dat op percelen met een PH lager dan 4.5 de schade van aaltjes groter was dan op een perceel met een PH hoger dan 4,5. Is de PH lager dan 4,5 verstoort de opname van voedingsstoffen uit de bodem naar de aardappelplant. Aaltjes tasten het wortelgestel van de aardappel aan, waardoor de plant minder voeding uit de bodem kan onttrekken. De PH lager dan 4,5 en een aanval van aaltjes gaven in het onderzoek lagere opbrengsten en kwaliteitsverlies.

Volgens onderzoek van een kunstmestfabrikant (Yara) dat tevens door de heer van Beers ondersteunt wordt, moet kalk minstens 6 maanden voor het poten toegediend worden. De kalk heeft tijd nodig om in te werken, en de PH te verhogen. Verder blijkt dat een directe aanraking van kalk met ammoniumstikstof een ammoniak vervluchtiging geeft.

Soil Status

Parameter	Unit	Analysis Result	Range Low	Range High	Low	Adequate	High
pH (KCl)	pH Value	4.4	4.90	6.40	■		
Organic Carbon	g/kg	36.8	17.00	50.00		■	
Total Nitrogen	g/kg	3.1	1.00	2.00			■
Total Phosphorus	g/kg	0.8	0.20	0.60			■
Total Sulfur	g/kg	0.5	0.30	0.50			■
Potassium (exch.)	mmol+/kg	3.9	1.50	3.00			■
Calcium (exch.)	mmol+/kg	103.7	15.00	25.00			■
Magnesium (exch.)	mmol+/kg	20.1	4.50	10.00			■
Zinc (M3)	mg/kg	17.6	2.50	4.00			■
Copper (M3)	mg/kg	0.9	1.00	2.00	■		
Cation Exchange Capacity	mmol+/kg	139.3	75.00	200.00		■	
Total Aluminium	g/kg	80.2	70.00	112.00		■	
Total Potassium	g/kg	21.0	11.00	23.00		■	
Total Silicium	g/kg	294.5	240.00	340.00		■	
Total Iron	g/kg	67.3	31.00	81.00		■	

Figuur 8 Bodemanalyses Njoro.

- Erosie

Erosie is een gevaar voor de bodemvruchtbaarheid zoals al vermeld is bij het onderdeel bodem van deelvraag 1. Maar wat zijn nu de praktische mogelijkheden om watererosie te voorkomen? In de losgrond van de Limburgse heuvels is onderzoek gedaan naar methodes om erosie tegen te gaan (Geelen, et al., 2004) In dit onderzoek zijn verschillende methodes onderzocht, drempels tussen de ruggen, stro aanbrengen over de rug en de groenbemester mulchen voor het poten. Bij dit onderzoek is de relatieve opbrengst met normale aardappelruggen op 100 gezet. Erosie beperkende maatregelen betekenden in het onderzoek regelmatig een opbrengstderving, met stro afdekken na het aanaarden scoorde bijvoorbeeld een relatieve opbrengst van 79%. Een van de methodes maakte drempels tussen de aardappelruggen zoals op figuur 9.



Figuur 9 drempels in gefreesde ruggen (Geelen, et al., 2004)

Bij de methode van drempels maken tussen de ruggen werd geen opbrengstbepaling uitgevoerd omdat van de drempels geen invloed op de opbrengst verwacht werd. Bij de drempels stroomde er evenveel water af als bij de gangbare methode echter was er veel minder bodemverlies. De drempels werden tussen de ruggen gevormd met een onderlinge afstand van 100cm en 15 cm hoogte. Uit de proef kwam verder dat de glad gefreesde ruggen meer afstroming van water en grond hadden dan bij de ruggen die met aanaardkappen gevormd waren. Verdichting van de bodem beïnvloedde ook de afstroming van water en grond, bij de onbereden geulen was minder sprake van afstroming. Erosie is dus te stoppen door de snelheid van het water te verminderen en te zorgen dat het water kan indringen in de bodem. Door de aardappel dwars op de heuvel te telen remt men de versnelling van het water en beperkt men de afstroming van water en grond (bodemacademie.nl., 2017).



Figuur 10: Afbeelding van aardappelakker in Kenia.

3.2.3 Uitgangsmateriaal:

Volgens onderzoek van Wang'ombe en v Dijk (2013) plantte 2% van de landelijke telers gecertificeerd uitgangsmateriaal. Geschat werd in dit onderzoek dat er in Kenia ruimte was voor een areaal van 1000 hectare pootaardappelen (Janssens, et al., 2013). Voordat Agrico met de teelt van pootgoed in Kenia begon werd er minder dan 100 hectare pootgoed geteeld in Kenia. Gedurende het onderzoek zijn verschillende mogelijke redenen gevonden voor het tekort aan pootgoed in Kenia. 1 Importeren vanuit het buitenland is lastig vanwege de import eisen en opstelling van de overheid. 2 Sinds de onafhankelijkheid is niet voldoende geïnvesteerd in een systeem dat pootgoed produceert. 3 Door het ontbreken van kennis en begeleiding bij de Keniaanse boeren zien zij het rendement niet in het aanschaffen van gecertificeerd pootgoed. Gezien het feit dat de beschikbaarheid van gecertificeerd pootgoed minimaal, is wordt in deze paragraaf uitgezocht welke mogelijkheden de teler heeft om het gebruikte pootgoed te verbeteren of vernieuwen. Nederland is een bekend land als het gaat om de productie en handel in uitgangsmateriaal van aardappelen. In Nederland is de infrastructuur in particuliere handen om nieuwe aardappelrassen te ontwikkelen en vervolgens uitgangsmateriaal te vermeerderen dat vervolgens over de gehele wereld te exporteren. In Kenia is deze kennis minimaal aanwezig, kweekwerk wordt door semi overheidsinstanties uitgevoerd. In Kenia hanteert men het beleid dat instanties binnen het land zelf de veredeling en pootgoed vermeerdering verzorgen voor de Keniaanse aardappelteelt.

- Wensen van de afnemers.

Als een teler nieuw uitgangsmateriaal aanschafft legt de teler zich ook indirect vast aan een teeltdoel. In de Nederlandse situatie bepaald het teeltdoel volledig het ras dat geteeld gaat worden. Na de oogst zijn er verschillende richtingen waar de aardappelen heen kunnen gaan, friet, chips vlokken, zetmeel en tafelaardappelen. Deze verschillende methodes van verwerking hebben ook verschillende eisen aan de aardappelen waar zij naar op zoek zijn. Om een aardappel af te kunnen leveren die aan de eisen van de afnemer voldoet, moet men bij de selectie van het pootgoed al een keuze maken. In Kenia worden aardappelen geteeld voor de eigen consumptie of voor de verkoop op een lokale markt. Bij de verkoop voor de lokale markt is het dus van belang de wensen van de consumenten in een bepaalde regio te kennen. In Meru verkiest 98% van de telers een rood-schillig ras boven een geel-schillig ras, de prijs voor geel-schillige rassen ligt lager in Meru. In het gebied rondom Nyandarua wenst de consument juist geel-schillige aardappelen en teelt 87% van de telers geel-schillige aardappelen (Kaguongo, et al, 2008). Een ras kan dus wel superieure teelteigenschappen hebben, maar het ras moet ook aansluiten bij de wensen van de afnemers. Het ras Shangi is bijvoorbeeld populair bij de consumenten doordat het koken van de aardappelen sneller gaat dan bij andere aardappelen. Met het snelle koken kan de consument op energie kosten besparen, een korte kooktijd is volgens de consumenten belangrijker dan de smaak (Janssens et al., 2013). Tabel 17 geeft een overzicht van de opbrengsten die de meest voorkomende rassen in Kenia en Tanzania produceren.

Tabel 17: Opbrengst van de meest voorkomende aardappelrassen 2004 (Kuangoga et al., 2013)

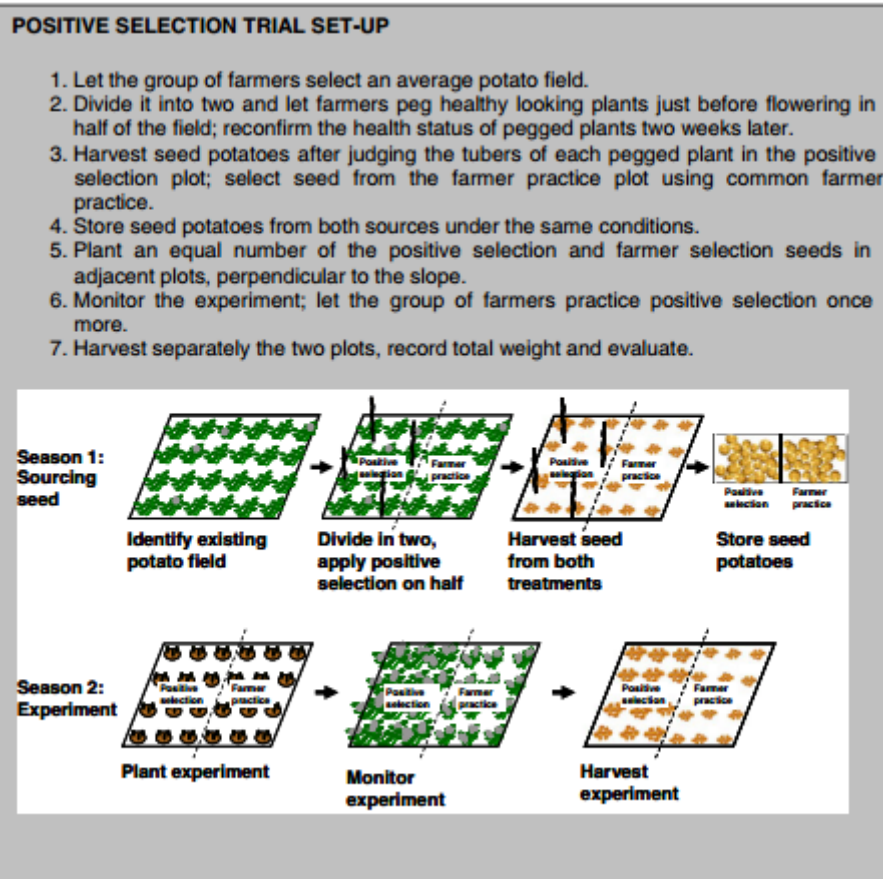
Mean yields of the most commonly grown varieties in 2004-5 (kg/ha).

Kenya					Uganda				
	Mean	Std	Median	n		Mean	Std	Median	n
Tigoni	11,498	7,413	9,802	30	Kinigi	8,719	5,682	7,623	21
Tana Kimande	10,145	6,424	10,049	23	Rwangume	7,877	6,063	5,792	17
Asante	10,773	6,441	9,653	19	Rutuku	7,367	8,242	5,198	10
Komesha	9,977	9,316	6,262	12	Victoria	6,847	5,595	4,951	61
Ngure	9,505	6,282	8,302	41	Rwashakye	5,723	4,558	4,125	3
Kerr's Pink	8,385	6,263	5,979	10	Cruza	4,895	4,195	3,113	11
Nyayo	7,702	5,355	6,226	41	Kasaza	3,981	1,189	4,150	3
Tigoni red	7,427	4,934	6,417	17	Bumbamagara	2,648	2,024	2,475	21
Desiree	3,904	3,166	3,218	5					
Improved	9,713	6,415	8,713	66	Improved	6,166	4,254	4,951	98
Local	8,741	6,325	6,551	104	Local	3,426	2,473	3,267	21
All varieties*	9,009	6,422	7,620	228	All varieties	5,773	4,427	4,815	151

* Include varieties whose sources are unknown and intercropped varieties.

- positieve selectie.

Een praktische methode om pootgoed te selecteren en vermeerderen op het bedrijf zelf van de smallholder is positieve selectie. Bij positieve selectie vermeerderd de teler zijn eigen pootgoed en bespaart de teler zo op de aanschaf van pootgoed, de teler kan zo ook het aantal teeltseizoenen verlengen van het aangekochte pootgoed (Gildemacher, et al., 2011). De teler krijgt allereerst een korte cursus om de gezonde planten van de zieke planten te kunnen onderscheiden. Met de opgedane kennis kan de teler gezonde planten selecteren, deze gezonde planten worden gekozen als uitgangsmateriaal. De teler markeert de gezonde planten in het veld en houdt de knollen van deze planten apart gedurende het oogsten. De geselecteerde knollen bewaart de teler als pootgoed, na een rust periode worden deze knollen weer geplant. Door deze manier van werken worden knollen van zieke planten niet opnieuw geplant. Deze manier van werken draagt op een kapitaalintensieve manier bij aan het verbeteren van de opbrengst. Door het zelf na vermeerderen is de aanschaf van pootgoed uit te spreiden over meerdere teeltseizoenen, dit heeft naar verwachting een kostprijs verlagend effect. In figuur 10 is weergegeven op welke manier de smallholder positieve selectie kan toepassen op de eigen boerderij. De teler is enkel materialen nodig die al op de boerderij aanwezig zijn, echter dient de teler wel over voldoende teeltkennis te beschikken om de methode juist uit te kunnen voeren. Het vermeerderen van aardappelen die besmet zijn met *Erwinia* of een virus vormt een risico.



Figuur 10: Handleiding voor het toepassen van positieve selectie (Gildemacher, 2011)

-Agrico East Africa.

Agrico afkomstig gevestigd te Emmeloord is in 2016 begonnen met het telen van pootgoed in Kenia. Agrico heeft in Kenia een dochteronderneming opgericht, Agrico East Africa. Agrico bracht in 2016 13 verschillende aardappelvassen op de Keniaanse markt. Op 70 hectare werd Nederlands pootgoed geteeld, hoogwaardig Nederlands uitgangsmateriaal wordt 1 of 2 keer nageteeld. Agrico exporteert aardappelen van eigen Nederlandse leden naar Kenia, zo vervult men een rol in de Keniaanse pootgoedector. Het voornemen van Agrico is om in Kenia verschillende bedrijven op te zetten die Nederlands pootgoed vermeerderen, de totale productie zal 12.500 ton per jaar gaan bedragen. Het pootgoed kost in de Highlands van Kenia (Markies, 35-55) 1,10 euro per kilogram, door dit pootgoed te vermeerderen daalt de aanschafprijs van het pootgoed tot 0,70 euro. De Keniaanse smallholder koopt door deze werkwijze een modern aardappelvras dat vrij is van quarantaine ziekten zoals bruin en ringrot (agroberichtenbuitenland). In tabel 18 staat de impact weergegeven die het importeren van 1 container Nederlands uitgangsmateriaal met zich mee kan brengen. Gerekend wordt met een vermeerderingsfactor van 7,5, elke ton die gepoot wordt zal 7,5 ton pootgoed opleveren. Op een dag in Kenia is het 12 tot 13 uur licht, dit zorgt ervoor dat de aardappel zijn groeicyclus snel doorlopen heeft (Kooman 1995). Landen die doorsneden worden door de evenaar vallen onder de korte dag landen. Een aardappel die een lang dag licht nodig hebben zullen later tot knolzetting komen (Kooman, 1995)

Tabel 18: Multiplicatie Nederlands pootgoed in Kenia (Janssens et al., 2013)

Production out of one container of imported seed (22 tonnes)			
	Multiplication 1	Multiplication 2	Multiplication 3
Hectare planted	5.5	27.8	141.0
Total yield (tonnes)	165	835	4,229
- Ware (tonnes)	41.3	208.8	1,057
- Seed (tonnes)	123.8	626.5	3,171
- Seed (tonnes) after - long storage - period (tonnes)	111.4	563.8	2,854
Assumptions: 4 tonnes of seed per ha, yield 30 tonnes per ha, 10% storage weight loss.			

-Miniknollen.

Het CIP (International Potato Center) heeft het systeem van miniknollen geïntroduceerd. Miniknollen worden in een beschermde omgeving gekweekt aan invitro-planten. Bij de import van aardappelen bestaat het risico dat de geïmporteerde aardappelen quarantaine ziekten met zich mee nemen, aaltjes en bruinrot kunnen zich bijvoorbeeld met de aardappelen mee verplaatsen. Het systeem is wereldwijd bekend, echter is de teelt van miniknollen een technisch hoogstandje waardoor de nodige ervaring vereist is voor het produceren van miniknollen (Janssens, et al., 2013).

Hybride aardappelen

Een nieuwe mogelijkheid om aardappelen te kunnen produceren is het gebruik van hybride aardappelen. De hybride aardappel is afkomstig vanuit zaad, het zaad wordt opgekweekt tot een plantje waarna het plantje gepoot wordt in de aardappelrug(solynta). De techniek van de hybride aardappel kan de import van pootgoed vervangen, en als basis dienen voor schoon uitgangsmateriaal. De Nederlandse poot aardappelen worden per schip naar Kenia getransporteerd, deze reis duurt 3 weken. Bij aankomst in de haven moet het pootgoed goedgekeurd worden en toegelaten worden tot Kenia. Tijdens het transport naar Kenia wordt de aardappel blootgesteld aan warme omstandigheden, deze omstandigheden zorgen voor slijtage van de aardappelknollen. Indien een zending met hybride aardappel-zaad een maand tegen gehouden wordt bij de grens zal de kwaliteit niet af nemen onder invloed van de omstandigheden. Nadeel van de hybride aardappel is dat de vermeerdering hoogspecialistisch werk is (de Vries, et al., 2016). Verder is de hybride aardappel technisch gezien ook nog niet uitontwikkeld, een introductie kan op korte termijn niet gerealiseerd worden.



Figuur 11 aardappelzaad (de Vries, et al., 2016)

3.2.3 Ziektes en plagen:

Paragraaf 3.2.3. richt zich op de ziekten en plagen die voorkomen in de Keniaanse aardappelteelt. Onder het motto voorkomen is beter dan genezen wordt informatie verstrekt over veel voorkomende ziekten in de Keniaanse aardappelen. Met deze kennis kan de teler proberen de ziekte druk te verlagen in de toekomst. De kennis opgedaan uit de literatuur die op Kenia specifiek gericht is, wordt aangevuld met Nederlandse bronnen. Het feit dat afvalhopen met aardappelen afgedekt dienen te worden bijvoorbeeld, is in de Keniaanse situatie waarschijnlijk niet anders dan de Nederlandse situatie. Echter actuele kennis ontbreekt vaak wat het beste is voor het gewas. Ziekten en plagen kosten opbrengst en beïnvloeden de kwaliteit van de aardappelen. De aardappelteler kan zich dus verbeteren door meer kennis te vergaren over de meest voorkomende ziekten in de aardappelteelt.

Tabel 19: Vastgestelde ziekten in het veld (Muthoni, et al., 2013).

Major diseases affecting potato production in six divisions in Kenya (% of respondents)						
Disease	Bomet Central	Longisa	Abothuguchi West	Kibirichia	Elburgon	Molo
*Bacterial wilt	90.5	75.7	100.0	61.0	98.3	100.0
Late blight	76.2	70.3	75.0	56.1	46.6	52.2
Leaf rust	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
viruses	0.0	24.3	38.5	24.4	10.3	34.8
leafminer	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0
nematodes	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0
None	0.0	0.0	0.0	19.5	1.7	0.0

- Bruinrot

Bruinrot bestrijden is een uitdaging, dit komt door de samenstelling van het virus (French, 1994). Geen enkele methode is er gevonden tot nu toe die 100% waterdicht de bruinrot kan bestrijden (Champoiseau et al., 2009). Om bruinrot te kunnen bestrijden is een geïntegreerde aanpak nodig die meerdere facetten bestrijkt. Er is aanpak nodig op fytosanitair gebied, hygiëne en management van de waardplanten. Om het bruinrot probleem te kunnen controleren wordt een aardappelloze periode van 5 tot 7 jaar aangeraden om de bruinrot te kunnen beheersen in de bodem. De eventuele ziekte kiemen krijgen die periode geen voeding meer en worden zo uitgebannen in de bodem. (EPPO, 2004). Uitdaging bij deze methode is de schaal van de boerderijen, vruchtwisseling op een oppervlakte van 2 hectare of minder is zeer lastig te realiseren in de praktijk (Lemaga, 1991). Uit onderzoek van Lemaga et al (2001) is gebleken dat de mate van bruinrot in de bodem beïnvloed wordt door een lage PH en een lage bodemvruchtbaarheid. De bodems met een lage PH en bodemvruchtbaarheid zouden dus sneller vatbaar zijn voor het bruinrot organisme. Chemische bestrijding is ook een mogelijkheid, chemische bestrijding ook wel natte grondontsmetting met methyl bromide of sodium hypochlorite. Het chemisch bestrijden is duur en niet methyl bromide is niet toegelaten in Kenia. Belangrijk voor de Keniaanse telers is te weten welke omstandigheden gunstig zijn voor de ontwikkeling van bruinrot. Martin&French (1985) hebben onderzoek gedaan naar de gunstige omstandigheden waaronder bruinrot zich snel ontwikkelt. Dat zijn, Hoge temperaturen, hoog bodemvochtgehalte, lage PH, lage bodemvruchtbaarheid en een beschadiging

aan het wortelsysteem van de plant. Interessant voor de Keniaanse aardappelteelt zou het zijn als er een aardappelras beschikbaar zou zijn dat resistent is tegen de bruinrot bacterie. In Kenia is daarom onderzoek gedaan door Ateka et al, (2001) naar de vatbaarheid van aardappelrassen voor bruinrot. Rassen als Kenya Dhamana (CIP-800228), Kenya Sifa, Kenya Karibu, Mauritius clone (89016), en Cruza-148 (CIP-720118) zijn beoordeeld als resistent tegen bruinrot. Uit dit onderzoek kwamen ook hooggevoelige rassen zoals Asante (CIP-381381.20), Tigoni (CIP-381381.13), Nyayo, and Dutch Robyjin. Een bekende bestrijdingsmethode in Kenia die door de organisatie KARI wordt aanbevolen is het verwijderen van door bruinrot besmette planten. De boer verwijderd de besmette plant en haar knollen, de grond waar de plant in gegroeid is wordt tevens verwijderd. Het verwijderde materiaal wordt buiten het veld verbrand in een gat in de grond. De bacterie wordt zo verwijderd en gedood verdere besmetting probeert men op deze manier te voorkomen. De plek van de besmette plant wordt opgevuld met twee handen vol as, dit om de PH op deze plek te verhogen (Gildemacher et al.,2007). Door gecertificeerd pootgoed aan te schaffen dat vrij van bruinrot is kan de teler de insleep van bruinrot voorkomen. In het huidige systeem wordt pootgoed gekocht op de markt of bij de burens. Deze informele manier van pootgoed handel biedt de telers geen garanties dat het uitgangsmateriaal bruinrot vrij is.

Het is dus van belang voor de teler om een besmetting te voorkomen, bruinrot kan verspreid worden door gereedschappen, plantgoed en door grond dat aan schoenen meegenomen wordt.

Gereedschap enz kan ontsmet worden door deze materialen te wassen met water waaraan 0,5% huishoudelijke bleek of aan toegevoegd is

- Phytophthora

In Nederland luidt het advies bij de bespuiting van phytophthora om te beginnen met de eerste bespuiting zodra het gewas 20 cm hoog is. Als de aardappelen de 20 cm hoogte bereikt hebben dient er ook nog naar de omstandigheden gekeken te worden, als de ziektedruk laag is kan een eerste bespuiting nog uitgesteld worden. Echter wordt phytophthora al gesignaleerd in de omgeving voordat de planten een hoogte van 20 cm bereikt hebben dan wordt geadviseerd om de bespuiting eerder uit te voeren (Kesselen et al.). De schimmel tast zowel de bovengrondse als ondergrondse delen van de aardappelplant aan. Een onbeschermd gewas kan binnen twee weken tijd vernietigd worden door de schimmel. Door de aantasting van de schimmel wordt zowel het loof als de knollen aangetast (Kesselen et al.)Het is voor de Keniaanse boeren dus van belang de omgeving in de gaten te houden, dit kan door met de gemeenschap de phytophthora druk in de gaten te houden. Van belang voor de Keniaanse boer is ook om de neerslag in de gaten te houden, de phytophthora druk zal tijdens droge periodes lager zijn dan tijdens natte perioden. Uit waarnemingen van (Janssens, et al., 2013) kwamen de volgende conclusies. 1 Door ineffectieve spuittechnieken in combinatie met goedkope bestrijdingsmiddelen verminderen de effectiviteit van de bestrijding. 2 De laat afrijpende aardappelrassen tonen een hogere resistentie tegen phytophthora dan de vroeg afrijpende gewassen. In Kenia zijn juist de aardappelrassen die vroeg afrijpen populair, de telers vinden het belangrijk dat de aardappelen zo spoedig mogelijk oogstrijp zijn.

- Nematodes

In de bodem komen aaltjes voor als bodemleven, voor de aardappelplant zijn er echter enkele schadelijke soorten aaltjes. In hoofdstuk 1 zijn reeds de gevaren beschreven van aaltjes voor de smallholders. Uit onderzoek van Muthoni, et al (2013) bleek dat alleen de boeren in de regio Kibirchia 2.4% van de boeren zich bewust was van de gevaren die aaltjes met zich meebrengen voor de aardappelteelt. Belangrijk voor het aanpakken van het aaltjes probleem is dat het probleem aangetoond wordt. Door grondmonsters te nemen kan de boer aantonen dat er wel of geen schadelijke aaltjes in de bodem aanwezig zijn. Valplekken in het gewas zoals in figuur 12, witte bolletjes op de wortels van de aardappelen kunnen symptomen zijn van een besmetting met aaltjes. In Kenia is het officieel verboden aardappelen te telen op gronden die besmet verklaart met aardappelpcysten aaltjes. De telers mogen na een besmetting geen gewassen meer telen afkomstig uit de aardappelfamilie (Organic farmer, nr 117, 2015).



Figuur 12: Symptomen van Nematode aantasting in aardappelen (kesselen et al).

Besmetting met nematodes

De aaltjes kunnen zelf niet wandelen of vliegen, de aaltjes worden dus zelf naar het perceel getransporteerd (Beers., 2010). Aaltjes kunnen op het perceel terecht komen door mee te reizen met het pootgoed bijvoorbeeld. Veel pootgoed in Kenia is afkomstig van ongetest uitgangsmateriaal. De grond waar het uitgangsmateriaal op geteeld wordt dient getest te worden op plantparasitaire aaltjes. Uitgangsmateriaal van besmette gronden kunnen aaltjes transporteren en zo een onbesmet perceel infecteren. Machines zijn de tweede route waar langs de aaltjes zich kunnen verplaatsen. De aaltjes zitten bijvoorbeeld in de grond dat op de machine licht, de machine gaat aan het werk op het nieuwe perceel en de aaltjes of cysten vallen van de machine en een nieuwe besmetting is ontstaan. Interessant in Kenia is dat erosie voor kan komen tijdens het regenseizoen. Tijdens erosie wordt grond getransporteerd inclusief aaltjes, de aaltjes zouden met de grond mee kunnen reizen en een nieuwe besmetting kunnen starten.

Preventie

De rotatie van aardappelen die de teler toepast is in Kenia niet bij wet geregeld. Tijdens elke teelt aardappelen kunnen de aaltjes zich weer vermeerderen en voeden (Beers, et al., 2010). Bij een besmetting van *Globodera Rostochiensis* kan de teler een resistent ras telen, dit zijn speciale rassen die de besmetting verminderen. Ook kan de teler wisselen van aardappelras op het zelfde perceel, want het is nuttig een vatbaar ras af te wisselen met een resistent ras. Tijdens de oogst van aardappelen blijven verschillende aardappelen achter op de akker. Deze aardappelen komen weer boven en vormen een nieuwe vorming van besmetting, deze plantjes laten de aaltjes weer uitkomen. Het is van belang om de aardappelopslag tijdig verwijderen om een nieuwe cyclus van het aaltje te voorkomen.

Bestrijding

De bestrijding is mogelijk door chemische middelen te gebruiken of de grond onder water te zetten. Het onderwater zetten van een perceel zal op zeer veel plekken in Kenia praktisch onhaalbaar zijn, dit door het ontbreken van grote hoeveelheden oppervlakte water. Een chemische behandeling met de actieve stof oxamyl is mogelijk, voor het pootklaar maken van de grond. De plant neemt het middel op waarna het middel zich door de gehele plant verplaatst (Dupont). Ook is het mogelijk om de grond te ontsmetten met het middel metam-natrium. Het middel metam-natrium wordt in de grond gewerkt en doodt 60 to 90% van de aaltjes in de bodem(aaltjesschema.nl). Van de chemische behandelingen is echter onbekend of deze toegestaan zijn in Kenia.

3.2.4 Teelthandelingen:

De teler dient tijdens de teelt van aardappelen diverse keuzes te maken, deze paragraaf bespreekt enkele van deze keuzes. Pootaardappelen dienen 3 a 4 maanden opgeslagen te worden alvorens ze weer gepoot worden, dit om de juiste fysiologische ouderdom van de moederknol te bereiken. Bij het poten van de nieuwe oogst houden de Keniaanse boeren alweer rekening met het feit dat de nieuwe pootaardappelen op tijd gerooid moeten zijn. Uit onderzoek blijkt dat verschil bestaat tussen de opbrengsten die op de proefvelden behaald worden en die op praktijkvelden behaald worden. Door onderzoek van Danial, et al (2016) bleek dat deze opbrengst verschillen aanwezig zijn door het gebrek aan management, zoals te vaak aardappelen telen, ziekte druk en bodem erosie. Bovenop het gebrek aan kennis en kunde werd ook vastgesteld dat er een gebrek was aan gewasbescherming en bemesting.

- bewustwording

De aardappelopbrengst wordt bepaald door een groot aantal verschillende factoren, om de maximale opbrengst te generen moeten al deze factoren zo foutloos mogelijk worden uitgevoerd. De potentiële opbrengst wordt onder andere bepaald door zaken als, daglengte, temperatuur, bodemvruchtbaarheid, en beschikbaarheid van water. De opbrengst wordt beïnvloed door abiotische factoren, aan de abiotische factoren zoals droogte en de temperatuur kan de teler zelf niets veranderen. De opbrengst wordt mede ook bepaald door biotische factoren die de teler wel zelf kan sturen. Biotische factoren voor de aardappelteelt zijn, bruinrot, phytophthora en virus ziekten, aan deze factoren kan de teler wel zelf sturen (Lutaladio et al. 2009). De teler dient dus bewust te worden van het feit dat hij of zij zelf een groot deel van de factoren in de hand heeft die de opbrengst bepalen. Als een teler geen kunstmest gebruikt heeft, met als gevolg een achterblijvende opbrengst dan is de teler zich vaak wel bewust van de reden waarom de opbrengst achterblijft.

Table 5 Fertilizer use per acre, clean seeds, irrigation and average yields

	Average yield (Tons/Ha)	SD	Min	Max
Fertilizer use				
Proper use	14.47705	5.640542	2.7181	25.00652
Underuse	11.68091	6.224888	1.019287	33.16082
Overuse	12.91097	6.671999	2.17448	26.09376
Seeds				
Clean seeds	15.74899	4.371697	5.4362	21.7448
Non-clean seeds	12.00645	6.340899	0.81543	33.16082
Fungicides				
Use fungicides	12.41601	6.268137	0.81543	33.16082
Do not use	9.454046	6.229853	2.71810	27.18100
Irrigation				
Has irrigation	13.81068	5.936193	1.08724	33.16082
Does not have irrigation	11.66037	6.345868	0.81543	28.26824
Combined				
Clean seeds and proper fertilizers	18.34717	2.639298	13.04688	21.74480
Clean seeds and fungicides	16.39354	3.58500	9.78516	21.74480
Proper fertilizers and fungicides	14.57256	5.603104	2.71810	25.00652
Clean seeds and irrigation	13.81068	5.936193	1.08724	33.16082
Clean seeds, proper fertilizers and fungicides, irrigation	18.34717	1.545576	16.03679	19.29851
Overall (general)	12.16793	6.310752	0.81543	33.16082

Figuur 13 overzicht van de mogelijke opbrengsten (Wang'ombe, v Dijk, 2013)

Onderzocht door J.G. Wang'ombe, M.P. v Dijk, 2013 is welke invloed de verschillende teelt methodes tot gevolg hebben. In figuur 13 is te zien dat de maximale mogelijke opbrengst echter weinig verschilt tussen de verschillende methodes van werken. Bij de tot stand koming van de resultaten in figuur 13 is echter geen beschrijving geleverd. Kunstmest giften en andere toepassingen zijn onduidelijk, specifieke informatie is echter nodig om telers juist te kunnen informeren.

- Loofdoding

In 2014 deed 51,9% van de ondervraagde smallholders aan het verwijderen van het aardappelloof (Kaguango, et al., 2014). Uit informatie van (Kesselen et al) blijkt dat het verwijderen van loof kan helpen te voorkomen dat een phytophthora infectie van het loof naar de knol trekt. Men verwijdert het loof en de sapstroom tussen de plant en de knollen wordt op deze manier onderbroken. Echter is de Knol eenmaal besmet met phytophthora dan zal deze gaan rotten en tot opbrengst verliezen gaan leiden. Verder is te lezen op (Kesselen et al) dat indien het gewas besmet is met phytophthora en de aardappelrug vochtig is het loofverwijderen uitgesteld moet worden. Bij het verwijderen van het loof kunnen de phytophthora sporen op de aardappelrug vallen, indien de bodem droog is zullen phytophthora sporen snel afsterven.

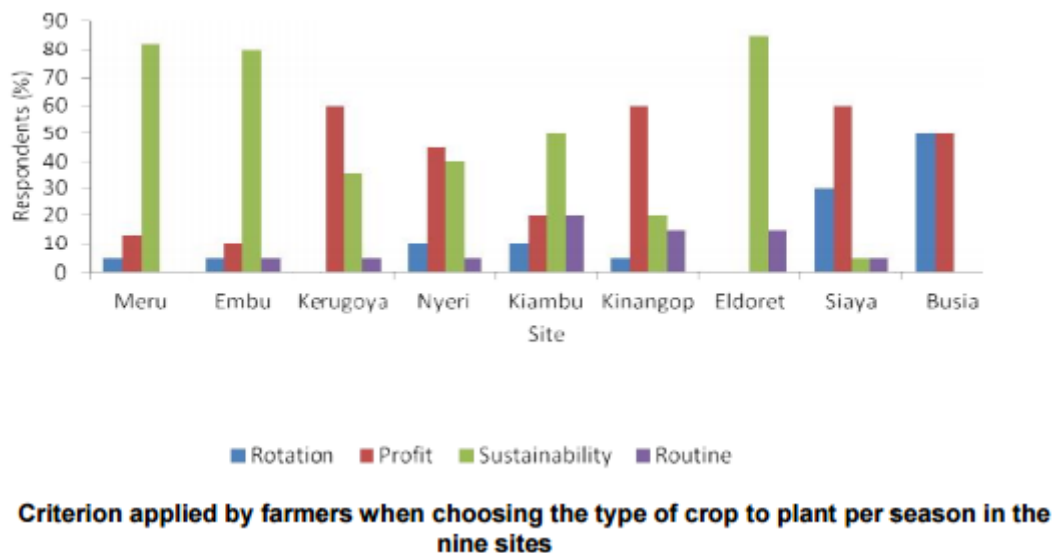
- Vroeg te oogsten.

De Keniaanse telers vinden het belangrijk bij de raskeuze dat de aardappelen snel groeien zodat er snel voedsel en inkomen geproduceerd wordt. De smallholders verwachten het maximale van hun land en willen zo snel mogelijk weer een nieuw gewas telen op hun grond (Kaguongo, et al, 2008). Gevolg is dat gewassen soms geoogst worden voordat de maximale productie bereikt wordt. Tevens is een gezond gewas meer dagen nodig om volledig uit te groeien. Een gezond gewas sterft namelijk minder snel af, een gezond gewas wordt gespaard van ziekten die het blad aantasten en een gezond gewas heeft de beschikking over energie om lang door te groeien. Voor de maximale productie moet dus het streven dus juist zijn om een gewas zo lang mogelijk gezond en in productie te houden.

- bouwplan

De teeltrotatie van aardappelen is een belangrijke schakel in het opstellen van het bouwplan. In figuur 22 wordt weergegeven welke criteria de boeren belangrijk vinden bij het selecteren van een gewas. Te zien in de grafiek is dat in drie gebieden de boeren voor duurzaamheid kiezen in het opstellen van het bouwplan. De boeren denken dat ze duurzame keuzes maken omtrent het bouwplan. In onderzoek van W, Kaguongo, et al in 2008 bleek echter dat 37% van de respondenten 3 keer of vaker aardappelen teelde op het zelfde perceel, dit is dus 1 of 2 keer per 2 kalender jaren. Naarmate het aandeel aardappelen in het bouwplan groter is neemt de netto knolopbrengst in het algemeen af (Hoekstra&Meanhout, 1976) In Nederland is uitgebreid vruchtwisselingonderzoek uitgevoerd (Hoekstra&Meanhout, 1976). Tijdens dit onderzoek zijn verschillende bouwplannen vergeleken met elkaar. De variaties betroffen de hoeveelheid aardappelen in het bouwplan, en de volgorde van gewassen, dit onderzoek werd over een periode van 12 teeltseizoenen uitgevoerd. 1 op de 6 jaren aardappelen telen gaf een opbrengst van 100, 1 op de 4 jaar aardappelen telen gaf een opbrengst van 96 en 1 op de 3 jaren aardappelen telen gaf een opbrengst van 88%. Dit onderzoek is gehouden op proefboerderij De Schreef en in 1976 gepubliceerd. Het onderzoek is weliswaar in Nederland uitgevoerd echter geeft het zeer waarschijnlijk ook een indicatie van de effecten die in Kenia op treden door het intensief telen van aardappelen. In figuur 14 is tevens te zien dat een zeer klein deel van de respondenten rekening houdt met de rotatie bij de keuze welk gewas geteeld wordt.

Door meer gewassen in het bouwplan op te nemen wordt de vruchtwisseling gemakkelijker in te delen. In voorgaande paragrafen was tevens al te lezen dat de krappe teeltrotatie naast de bodemvruchtbaarheid ook invloed heeft op de vermeerdering van plantparasitaire aaltjes en het in stand houden van bruinrot.



Figuur 14: Argumenten waarop de teler besluit een gewas te telen (Muindi et al., 2015).

- Teeltkennis

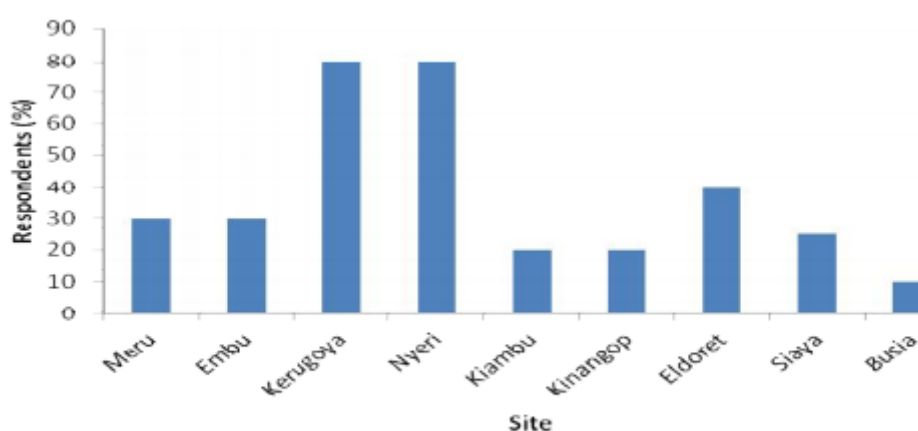
Welke gewassen er geteeld worden? welke besputingen is het gewas nodig? wanneer doe je wat als teler? Dit zijn allemaal beslissingen die een teler moet nemen bij het telen van gewassen. Veel kennis wordt van vader op zoon doorgegeven in de agrarische sector. In Kenia blijkt ook de boeren gemeenschap een belangrijke bron van kennis waar de teler zijn beslissingen op baseert. Uit de informatie van tabel 20 blijkt dat veel van de kennis afkomstig is van bronnen die dicht bij de teler staan. Adoptie van nieuwe aardappelrassen en nieuwe teelttechnieken gaat door deze werkwijze langzaam. In Nederland heeft een teler bijvoorbeeld een netwerk van vertenwoordigers en adviseurs om zich heen die informatie met de teler deelt. In Kenia zijn verschillende NGO's en gewasbeschermingfabrikanten actief die informatie delen met de teler. Wel blijkt uit gegevens die te lezen zijn in figuur 15 telers deelnemen aan studiegroepen. Het introduceren van nieuwe ontwikkelingen lijkt het meest effectiefst te zijn via de lokale studiegroepen.

Tabel 20: Bronnen die gebruikt worden door smallholders voor informatie (Kaguongo, et al., 2008).

Knowledge and information system in Kenya

Farming practice	Source of information (%)							
	Own experience	Family member	Farmer own community	Extension / NGO	Research	Publication / media	Private sector	Others
Potato varieties	12.6	5.0	73.4	6.0	1.5	1.0	0.0	0.5
Seed potato selection	48.5	6.8	22.0	21.1	0.0	1.7	0.0	0.0
Soil fertility management	58.9	6.9	13.1	18.3	0.0	1.7	0.6	.6
General crop husbandry	54.9	11.7	3.1	19.4	0.2	0.2	0.4	0.2
Post-harvest handling	48.7	14.8	19.6	16.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Marketing	41.4	15.2	23.2	11.1	0.0	7.1	2.0	0.0
Crop protection	29.0	7.0	27.0	20.0	2.0	2.0	13.0	0.0

Source: knowledge and information survey



Percentage of farmers in each site who are members of some training groups

Figuur 15: Percentage van smallholders dat aangesloten was bij studieverenigingen (Muindi et al., 2015)

- Bedrijfshygiëne

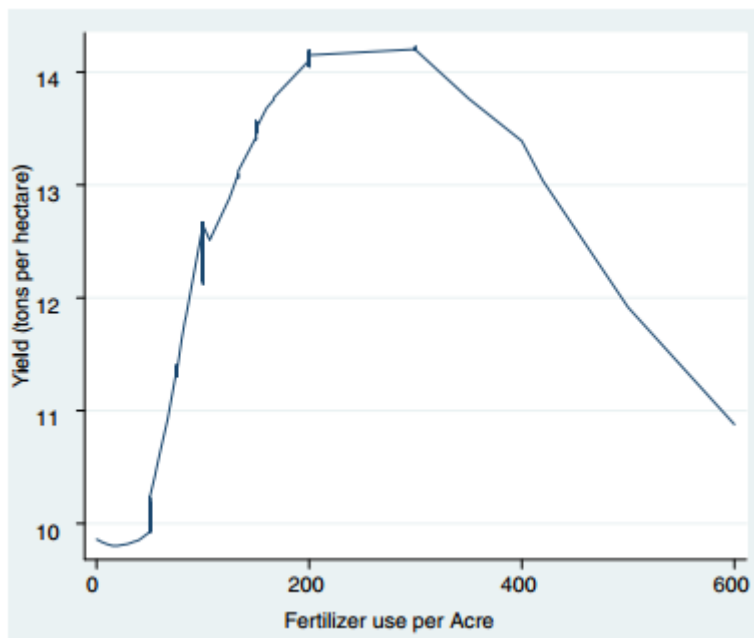
Onder bedrijfshygiëne verstaat men de maatregelen die de insleep en verspreiding voorkomen en de kwaliteit van het product vergroten. Hierbij enkele praktijkvoorbeelden van bedrijfshygiëne. Dit betekent met schone machines beginnen bij een andere teler, voorkomen van verslepen van ziekten. Ontsmetten van bezoekers en machines voordat ze het perceel op komen. Gebruik maken van gecertificeerd pootgoed om risico op ziekte insleep te voorkomen. Bestrijden van aardappelopslag, op het bedrijf mogen dus alleen aardappelen groeien op het aardappelperceel nergens anders. Tijdens bedrijfsbezoeken is vastgesteld dat bij sommige smallholders de aardappelen overal groeiden. Deze aardappelen worden niet bespoten en zijn broeiplaatsen voor ziekten. Kenia kent geen winters dus aardappelopslag dient actief te bestreden worden.

3.2.4 Bemesting:

Het telen van gewassen vraagt naast vocht en straling van de zon nutriënten vanuit de bodem. Het gewas in dit geval dus consumptie aardappelen onttrekt voedingsstoffen aan de bodem. Een goede opbrengst en een hoge kwaliteit product moeten resulteren in een hoge financiële opbrengst. Meststoffen vragen een investering, om het financiële resultaat te optimaliseren moeten toegediende meststoffen zo efficiënt mogelijk worden toegepast. Om optimaal te kunnen bemesten moet de teler kunnen bepalen wat de behoefte is van een gewas. De opname van stikstof kan echter verschillen per seizoen, de opname wordt onder andere bepaald door de gezondheid van het gewas en de weersomstandigheden (kennisakker). In deze paragraaf worden adviezen verzameld afkomstig uit onderzoeken naar bemesting van aardappelen. De bemesting wordt echter pas optimaal als de randvoorwaarden in het gewas zoals gezondheid van de plant ook in orde zijn.

- Mest

Een basis van bemesting kan het gebruik zijn van mest afkomstig van de eigen boerderij. Veel smallholders hebben naast akkerbouw gewassen enkele dieren, deze dieren houden ze voor melk en vlees. Deze dieren produceren mest, door deze mest op te slaan en aan te wenden aan het begin van het groeiseizoen wordt de uitgangssituatie van het gewas verbeterd. Organische mest brengt verschillende nutriënten naar de bodem en verhoogt het waterbergende vermogen van de bodem (Kaguongo, et al., 2008). Uit onderzoek bleek dat slecht verteerde mest het risico op Rhizoctonia echter vergrootte in de bodem. De smallholders dienen de mest te laten verteren voordat dit aangewend wordt in de gewassen. Deze meststof ook wel farm yard manure genoemd in het Engels wordt in Kenia al toegepast op 49% van de bedrijven.



Figuur 16: Relatie tussen kunstmest gebruik per acre en de opbrengst per hectare (Wang'ombe&van Dijk, 2013)

- Kunstmest

De bemesting is een belangrijk onderdeel van de aardappelteelt, kunstmest speelt weer een belangrijke rol binnen de bemesting. Onderzoek van Wang'ombe&van Dijk (2013) heeft voor Kenia de maximale bemesting gift bepaald, meer bemesting dan deze gift zal tot afname van de opbrengst leiden.

Omgerekend is de optimale kunstmest gift volgens het onderzoek 690 kilogram per hectare maximaal, dit heeft in het onderzoek geleiden tot een opbrengst van 14.15 ton per hectare. Niet vermeld in het onderzoek is welke kunstmest soort gebruikt is. Zeer waarschijnlijk heeft men DAP gebruikt. De NPK(18,46,0) gift zou dan N:124 P:317 K:0 kilogram per hectare geweest zijn. Echter mist kali in de DAP kunstmest, en in de bodemanalyse(bijlage 4)

3.3.1 deelvraag3: hoe is de theoretische kennis afkomstig van meerdere studies over te dragen naar de smallholders?

Binnen deelvraag 3 stond de vraag centraal hoe de verworven kennis over te dragen is naar de smallholders. De theoretische kennis die beschikbaar was op het internet koppelen naar de praktijk van de Keniaanse smallholders was een uitdaging. In de voorgaande deelvragen is er specifiek onderzoek gedaan naar de aardappelteelt in Kenia. De manier van telen is onderzocht, deze is gecombineerd met de omstandigheden die een invloed hebben op de teelt worden in kaart gebracht. In hoofdstuk 2 zijn adviezen weergegeven die de smallholders kunnen gebruiken om hun manier van telen te verbeteren. Om de teelt daadwerkelijk te kunnen verbeteren wordt in paragraaf 3 de verzamelde kennis overzichtelijk gebundeld. De uitkomsten van paragraaf 2 worden dus gebundeld en verwerkt in paragraaf 3. De doelgroep betreft momenteel vooral informatie vanuit de eigen omgeving (Kaguongo, et al., 2008). Doel is een korte overzichtelijke teelthandleiding te schrijven die de smallholders de hoofdpunten van de aardappelteelt duidelijk maakt, dit wordt ook wel een handout genoemd. Deze handout kan na vertaling in het Swahili uitgereikt worden door een advies organisatie (Agriterro,SNV). Door deze handout te vertalen in het Swahili wordt de bereikbaarheid vergroot en kan de gehele doelgroep de informatie lezen. Doel is op een simpele manier teelt adviezen te verstrekken waardoor de teler zijn opbrengst verdubbelen kan.

3.3.1 hand-out

Bodem

Bodemanalyse, een bodem analyse geeft een beeld van de gezondheid van de bodem. Om de ph te verhogen is een bodemanalyse noodzakelijk, voor verhoging kan men kalk of lime gebruiken (bijlage 3)

Door zwavelzure ammoniak te gebruiken als meststof wordt het PH-getal verlaagd.

Bodemleven en mineralisatie van organische stof worden verminder door een zure bodem.

Uitgangsmateriaal

Alleen pootgoed dat goedgekeurd is door KEPHIS is toegestaan pootgoed

Van het pootgoed dat momenteel gebruikt wordt door de smallholders is 1% gecertificeerd door KEPHIS

Door gebruik van niet gecertificeerd pootgoed kunnen nematodes, erwinia en bruinrot naar onbesmette percelen verplaatst worden.(certificering borgt de kwaliteit)

Hoeveelheid pootgoed om 2000 kg pootgoed per hectare

Een kleine pootaardappel produceert een klein aantal grotere aardappelen produceren, dit kan leiden tot vervroeging van het gewas.

Gebruik maken van gecertificeerd pootgoed om risico besmetting van aaltjes en bruinrot te voorkomen.

Ziekten en plagen

13. Major diseases affecting potato production in six divisions in Kenya (% of respondents)

Disease	Bomet Central	Longisa	Abothuguchi West	Kibirichia	Elburgon	Molo
*Bacterial wilt	90.5	75.7	100.0	61.0	98.3	100.0
Late blight	76.2	70.3	75.0	56.1	46.6	52.2
Leaf rust	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
viruses	0.0	24.3	38.5	24.4	10.3	34.8
leafminer	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0
nematodes	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0
None	0.0	0.0	0.0	19.5	1.7	0.0

De meest voorkomende aardappelziekten in Kenia zijn, bruinrot, phytophthora, virus en nematodes.

Bij de aardappelen zijn drie belangrijke ziekte verspreiders, bodem, lucht en uitgangsmateriaal en machines. Werk daarom schoon.

Bruinrot is de meest belangrijke aardappelziekte in Kenia gevolgd door phytophthora (Kaguongo et al., 2008)

Volgens onderzoek van French (1994) treft bruinrot vele planten die een belangrijk gewas zijn in Kenia, voorbeelden daarvan zijn, aardappel, tomaat, walnoten, tabak en chilli. Bruinrot besmet dus niet alleen aardappelen.

De phytophthora schimmel verspreid zich door gunstige omstandigheden tijdens het regenseizoen voor de schimmel, gunstig voor de schimmel zijn een warm en vochtig klimaat (Nyankanga et al 2004).

De aardappelcysten aaltjes hebben 1 cyclus per seizoen, ze produceren daarbij 100 tot 1000 eitjes per cyclus (Beers, et al., 2010)

In 1962 zorgden nematodes voor 10% opbrengst verlies in de gewassen in Oost Afrika. (Hainsworth, 1962)

Bij een ernstige besmetting van phytophthora wordt door middel van loofdoding tevens voorkomen dat de phytophthora de knollen kan infecteren (Kesselen et al)

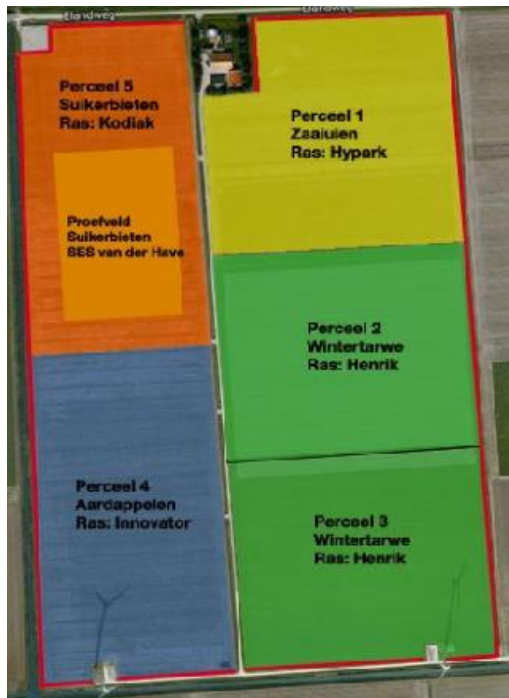
Teelthandelingen

Volgens W, Kaguongo et al., (2008) teelt 45% van de ondervraagden 3 keer of vaker aardappelen binnen 4 groeiseizoenen. Om de bodem gezond te houden moet de bodem 2 jaar aardappelvrij zijn.

Bij een ernstige besmetting van phytophthora wordt door middel van loofdoding tevens voorkomen dat de phytophthora de knollen kan infecteren (Kesselen, et al)

Loof verwijderen zorgt voor het stoppen van de groei van de aardappel, de schil wordt hierdoor harder. De aardappel wordt minder gevoelig voor beschadigingen.

1 op de 6 jaren aardappelen telen gaf een opbrengst van 100, 1 op de 4 jaar aardappelen telen gaf een opbrengst van 96 en 1 op de 3 jaren aardappelen telen gaf een opbrengst van 88%. Te intensief telen kost opbrengst. Plus de krappe teeltrotatie naast de bodemvruchtbaarheid ook invloed heeft op de vermeerdering van plant-parasitaire aaltjes en het in stand houden van bruinrot.



Door een tekening te maken van de eigen percelen en deze namen of nummers te geven kan de teler een administratie bij houden en werken aan een teeltrotatie schema.



Hierbij enkele praktijkvoorbeelden van bedrijfshygiëne. Dit betekent met schone machines beginnen bij een andere teler, voorkomen van verslepen van ziekten.

Bemesting

Het telen van gewassen vraagt naast vocht en straling van de zon nutriënten vanuit de bodem

De opname van stikstof kan echter verschillen per seizoen, de opname wordt onder andere bepaald door de gezondheid van het gewas en de weersomstandigheden

De bemesting wordt echter pas optimaal als de randvoorwaarden in het gewas zoals gezondheid van de plant ook in orde zijn

Organische mest brengt verschillende nutrienten naar de bodem en verhoogt het waterbergende vermogen van de bodem (Kaguongo, et

Onkruiden trekken ook voeding en vocht uit de bodem.

Kunstmest advies is van 90KG fosfaat en 230KG stikstof per hectare toegepast

4.1.1 Discussie

Doel van de scriptie is de aardappelopbrengst te verdubbelen in een tijdsbestek van tien jaren. De huidige meerjarige opbrengst is van 7,7 ton per hectare (Janssens, et al 2013). Dit doel is te behalen door het kennisniveau van de doelgroep te vergroten. Het doel is de doelgroep het praktische nut in te laten zien van bedrijfsprocessen die in Nederland bij bijvoorbeeld een vanzelfsprekendheid zijn. Men moet hier denken aan het vernieuwen van uitgangsmaterialen, bedrijfshygiëne en duurzaamheid.

Resultaten per deelvraag.

Deelvraag 1: Hoe is de huidige aardappelteelt opgezet, en welke problemen spelen er zich af?

Bij het beantwoorden van deelvraag 1 lag de focus op het in beeld brengen van de methodes waarop de Keniaanse boeren de aardappelen teelden. De verschillende teeltgebieden bleken onderling zeer te verschillen. Veel van de voorspellingen en beweringen gelden voor de gehele aardappelsector in Kenia, echter kan plaatselijk de situatie zeer verschillend zijn. Uit onderzoeken van onder andere Janssens et al, 2013 en Kaguongo et al., 2010 werd het gebrek aan pootgoed duidelijk. Uit deze onderzoeken bleek dat 1 tot 2% van de landelijke pootgoed behoefte in Kenia zelf geproduceerd word. Pootgoed wordt voornamelijk betrokken uit de eigen productie en of lokaal aangeschaft zonder certificering. Ook bruinrot is in Kenia aanwezig, 77% van de boerderijen die aardappelen telen zou bruinrot besmet zijn (Kaguongo et al., 2010).

Deelvraag 2: Welke kennis is beschikbaar vanuit bestaande onderzoeken, over de Keniaanse aardappelteelt?

Deelvraag 2 richtte zich op het verzamelen en verwerken van resultaten uit onderzoeken die de aardappelopbrengst zouden verbeteren. Onderzoek dat gefundeerd met resultaten kwam die tot een verdubbeling van de opbrengst zou leiden is echter niet gevonden. Het onderzoek van J.G. Wang'ombe, M.P. v Dijk, 2013 heeft wel de verschillen in kaart gebracht tussen de verschillende teelttechnieken. Deze resultaten zijn verwerkt in figuur 24 (Wang'ombe & v Dijk, 2013).

Deelvraag 3: Hoe is theoretische kennis afkomstig van meerdere studies over te dragen naar de smallholders?

In deelvraag 3 wordt een voorbeeld geschetst hoe de verworven informatie naar de doelgroep te communiceren is. In deelvraag 3 wordt de teler informatie aangeboden die hij of zei simpel kan toepassen in de bedrijfsvoering. Uit het literatuur onderzoek is gebleken dat de doelgroep vooral de eigen omgeving gebruikt om informatie in te winnen. De verschillende bronnen van informatie die hoofdzakelijk gebruikt worden zijn, eigen ervaring, ervaring van familielid, ervaring vanuit de lokale gemeenschapW, Kaguongo, et al., 2008).

4.1.2 Eigen reflectie

In paragraaf 4.1.2. Kijkt de schrijver terug naar de hoe het proces verlopen en is en of de uitkomsten van het onderzoek voldoen aan de verwachtingen.

- Het proces.

Het schrijven van een scriptie bleek een ander proces te zijn dan het schrijven van een adviesrapport aan een lokale ondernemer. Door het doorzoeken van verschillende kennisbanken (Siencedirect, Springerlink) en het onderzoek (The value chain for seed and ware potatoes in Kenya) te bestuderen werd een begin gemaakt voor het onderzoek. Deze bronnen gaven de schrijver de verwachting dat veel onderwerpen in de Keniaanse aardappelteelt onderzocht en beschreven waren. Onderzoeken die bijvoorbeeld de pootgoedsector van Kenia in beeld brachten waren vaak een beschrijving van de situatie. Onderzoeken die een wetenschappelijke vergelijking lieten zien tussen methode A en methode B ontbraken echter zeer vaak. Zeer interessant onderzoek van J.G. Wang'ombe, M.P. v Dijk, 2013 gaf de verschillen in opbrengst weer tussen de verschillende teelttechnieken. Het belang van een veranderde werkwijze kon zo gefundeerd aan een teler worden gepresenteerd. Echter werden de resultaten van het onderzoek wel gedeeld maar de methode niet. Een hoge opbrengst kon door deze manier van werken niet toegeschreven worden aan gewasbescherming, kunstmest of pootgoed. De beschikbaarheid aan informatie van de Keniaanse aardappelteelt leek aan het begin van het onderzoek voldoende. De uitkomsten vanuit verschillende onderzoeken zouden gebundeld worden, en de Keniaanse teler zou op een effectieve manier van teeltkennis worden voorzien. Na analyse van zeer veel verschillende publicaties op het internet valt de conclusie te trekken dat 90% van de informatie over de aardappelteelt in Kenia van een beschrijvende aard is.

Wat ging goed?

Tijdens het onderzoek is er zeer veel kennis gevonden over de aardappelteelt die momenteel niet beschikbaar is bij de Keniaanse boeren. De werking van DAP kunstmest bijvoorbeeld, DAP wordt zeer veel toegepast in de Keniaanse teelt, echter werkt dit verzurend voor de bodem. Door diepgaand literatuur onderzoek is er een brede verzameling aan bronnen gevonden die relevante informatie bevatten over de Keniaanse aardappelteelt. De verwachting is dat de informatie waar de teler de grootste vooruitgang mee kan boeken verwerkt is in de scriptie

Wat kan er beter?

Alle verwerkte onderzoeken in dit rapport zijn gebaseerd op Engelse teksten, teelttechnische informatie lezen en begrijpen vanuit het Engels naar het Nederlands vraagt verregaande kennis van de Engelse taal. Het beter kunnen begrijpen van de Engelse teksten vergemakkelijkt het opnemen van de teksten. Voorafgaand aan de stage was het plan aanwezig om de Keniaanse boeren te ondersteunen door middel van deze scriptie. Door van te voren met verschillende experts te spreken op over het onderwerp verwacht ik beter het doel te kunnen bepalen, en zo ook de voorbereiding voor het plan van aanpak te kunnen stroomlijnen.

Wat moet volgende keer anders?

Het doel van deze scriptie was feiten en informatie te bundelen over de aardappelteelt in Kenia. Met deze informatie die verwerkt is in een korte handout, moet de Keniaanse aardappelteler in staat zijn de op de opbrengst te verdubbelen. Echter bleek de beschikbaarheid op bepaalde onderdelen zeer gering, informatie met betrekking tot bouwplannen in Kenia was zeer schaars. Door het onderzoek veel smaller te maken is een waterdicht onderwerp te schrijven, kan alle relevante informatie in het onderzoek verwerkt worden. Een specifiek onderwerp zou de pootgoedkwaliteit kunnen zijn. Door specifiek op het pootgoed te richten en dit te ondersteunen met praktijkproeven is er voldoende informatie in te winnen op een smal gebied.

Betrouwbaarheid

De informatie die verwerkt is in deze scriptie is afkomstig van wetenschappelijke bronnen, deze wetenschappelijke bronnen zijn voor publicatie goedgekeurd. De Keniaanse informatie die gevonden is, is waar nodig aangevuld met informatie afkomstig van Nederlands onderzoek. Dit Nederlands onderzoek was vaak relevant voor de Nederlandse situatie, de Nederlandse situatie is echter niet altijd gelijk aan de situatie in Kenia. Het is dan ook niet te garanderen dat een techniek die in Nederland werkt in Kenia hetzelfde effect heeft. De scriptie heeft als doelstelling: de aardappelopbrengst per hectare te verdubbelen in de komende tien jaren in Kenia. Een doelstelling moet echter ook meetbaar zijn. Onderzoek van (Janssens et al., 2013) sprak nog van een opbrengst van 7,7 ton per hectare. Betrouwbare gegevens verzamelen in Afrika blijkt een zeer lastige opgave. Over aaltjes valt tevens ook zeer weinig informatie te vinden in de literatuur. Verder is Kenia natuurlijk een zeer divers land en daarom is het gecompliceerd om op basis van een werkbezoek een diepgaand onderzoek te baseren.

WORLD	329,581,307	18,651,838	17.67	324,420,782	18,653,007	17.39
*FAO yield estimates from 1999 to 2004 were all less than 10 tons per hectare and it is not clear what changed from 2005 onwards when estimates were more than doubled. Source: Food and Agriculture Organization (FAO), accessed April 2013.						

Figuur 2 (Muthoni, et al., 2013)

Kunnen onverwachte resultaten met behulp van beperkingen in de onderzoeksmethodiek worden verklaard?

Alle beschikbare informatie die voor handen was is verwerkt in het onderzoek. Echter de uitkomst van implementatie van de adviezen is niet te voorspellen op de korte termijn.

Dit onderzoek is gedaan tot aan de oogst van de aardappelen. de oogst en verdere verwerking van de aardappelen vraagt om een specifiek onderzoek. Op korte termijn lag prioriteit bij het vergroten van de aardappelopbrengst per hectare, het vermarkten en bewaren van de aardappelen vraagt om een eigen specifiek onderzoek.

Eigen verklaring.

Ondernemen in Afrika is gecompliceerd, onderzoek doen naar een teelt in Afrika is dat ook. Het Agrico project is daar een voorbeeld van. Stap 1 was dat de Nederlandse aardappelen besmet zouden zijn met bruinrot, de aardappelen hebben vervolgens een maand lang in quarantaine gestaan bij 30 graden. Tijdens de veldkeuring kwamen controleurs van KEPHIS de aardappelen keuren, dit met een papier van wikipedia in de hand om te kijken wat de symptomen van Erwinia waren. Na de laatste keuring bleek dat het pootgoed afgekeurd was, na de vondst van 1 Erwinia plant op een perceel werden de aardappelen ongeschikt verklaard voor pootgoed. De ervaringen die opgedaan zijn tijdens de stage bevestigen het beeld dat vooruitgang in een land als Kenia langzaam gaat. Deze scriptie is een persoonlijke poging om de positieve elementen die zeker aanwezig zijn om te zetten in een goede aardappeloogst. Alle onderzoeken die te vinden waren over de aardappelteelt leken op het eerste gezicht een compleet beeld van de situatie te geven. Echter harde teeltinformatie bleek zeer weinig te vinden, kg doseringen per hectare ontbraken zelfs in onderzoeken. Of in onderzoeken werd uitgebreid aandacht geschonken aan zaken die niet aansloten bij de praktijk. Het telen van miniknollen die door lokale telers verder vermeerderd worden is daar 1 van. Helaas was er zelfs bij Agrico geen informatie te verkrijgen wat voor verbetering de Westerse aardappelen voor de telers opleverden. Het gevoel dat de huidige situatie negatief in beeld gebracht werd om de eigen theorieën te bevestigen was bij meerdere onderzoeken aanwezig.

5.1 Conclusie en aanbeveling

5.1.2 Conclusie&aanbevelingen

De hoofdvraag van deze scriptie is: hoe kan de opbrengst per hectare verdubbelen in een periode van tien jaar.

Dit afstudeerwerkstuk richt zich op, het verzamelen van wetenschappelijke informatie over de aardappelteelt in Kenia. Kleine boeren (smallholders) produceren 98% van de Keniaanse aardappelproductie, het doel is deze doelgroep de productie per hectare te laten verdubbelen. De landelijke opbrengsten liggen momenteel rond de 10 ton per hectare het doel is deze in tien jaar te laten verdubbelen naar 20 ton. De markt potentie voor meer aardappelen is zeker aanwezig in 2017 telt Kenia 48,2 miljoen inwoners de verwachting is dat in 2050 Kenia 96 miljoen inwoners zal tellen.

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn er 3 verschillende deelvragen uitgewerkt die samen informatie verzamelen om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden.

Deelvraag 1: Hoe is de huidige aardappelteelt opgezet, en welke problemen spelen er zich af?

De huidige aardappelteelt is opgezet op basis van de low input>low output strategie. Dit leidt tot lage risico's voor de teler, de teler investeert zeer weinig in de teelt. Als pootgoed worden aardappelen gebruikt afkomstig van een voorgaande teelt, om de kosten laag te houden. Door deze manier van werken blijft een quarantaine ziekte zoals bruinrot zeer lastig beheersbaar, bij 77% van de telers werd bruinrot aangetroffen. Door de manier van werken krijgen ook de nematoden vrij spel, in 1960 was 38% van de grondmonsters in de aardappelgebieden besmet met het aaltje *Meloidogyne*. De boeren blijken wel bereid om in actie te komen tegen ziekten in het gewas, 91% van de telers deed aan chemische gewasbescherming in de aardappelen, 96% van deze boeren gebruikte Mancozeb. In Nederland blijven de gewasresten na de aardappelen altijd achter op het land om de organische stof hoeveelheid aan te vullen, in Kenia voert 70% van de telers de loofresten aan de koeien. Van de telers teelde 45% in 2 jaar 3 of 4 keer aardappelen op het zelfde perceel, In Nederland is eens in de drie jaren de norm. Het kunstmest gebruik in Kenia bestaat voor 96% uit DAP deze blijkt een verzurend effect te hebben op de bodem.

Deelvraag 2: Welke kennis is beschikbaar vanuit bestaande onderzoeken, over de Keniaanse aardappelteelt?

In de Keniaanse bodem is op veel plaatsen een ondoordringbare laag vastgesteld. Deze laag is ondoordringbaar voor plantenwortels, tevens belemmert deze laag het zakken van vocht in de diepere onderlagen van de bodem. Overtollige regenval wordt dus niet opgenomen door de bodem maar zal vrijwel direct afvloeien. Het afvloeien van regenwater veroorzaakt vervolgens erosie op de aardappelpercelen. Het water wat bovengronds wordt afgevoerd bereikt hoge snelheden, bij deze vlucht van de heuvel af wordt zeer veel grond afgevoerd. De vruchtbare teeltlaag wordt zo gedecimeerd, met de mee stromende grond deeltjes worden ook de nematodes mee genomen door het water naar een volgend perceel. Om erosie te beperken dienen drempels tussen de ruggen gevormd te worden, deze drempels remmen de stroming van het water af en zorgen dat het water in

de bodem kan trekken. De Keniaanse telers doen ook aan bekalking van de bodem om de pH te verhogen, het advies is om de bekalking 6 maanden voor de aardappelteelt uit te voeren zodat de kalk tijd heeft om in te werken. Door tijdens de veldperiode gezonde planten te markeren en deze als uitgangsmateriaal te gebruiken kan de teler aan positieve selectie doen. De normale werkwijze is het vermeerderen van te kleine aardappelen, daarbij wordt alleen naar de maat van de aardappelen gekeken en niet naar de kwaliteit van de aardappelen. Deze manier van werken kan een uitkomst bieden als de teler niet over de middelen beschikt om uitgangsmateriaal aan te schaffen. Door KARI wordt aanbevolen is het verwijderen van door bruinrot besmette planten. De boer verwijderd de besmette plant en haar knollen, de grond waar de plant in gegroeid is wordt tevens verwijderd. Het verwijderde materiaal wordt buiten het veld verbrand in een gat in de grond. Bij een besmetting met phytophthora wordt aanbevolen het loof te verwijderen bij een ernstige besmetting, zo voorkomt de teler dat de schimmel richting de knollen trekt en deze aantast. Indien de teler een besmetting heeft met de nematode *Globodera rostochiensis* kan de teler een resistent ras telen, dit om de uitbreiding van de aaltjes tegen te gaan. Bij een bemesting van 690 kilogram DAP per hectare kan de teler volgens onderzoek een maximale opbrengst produceren van 14.15 ton per hectare. Meer bemesten dan deze gift heeft voor de opbrengst geen effect.

Deelvraag 3: Hoe is theoretische kennis afkomstig van meerdere studies over te dragen naar de smallholders?

Door een informatie drager samen te stellen die teeltkennis op een overzichtelijke manier bundelt is zeer effectief de informatie te verspreiden. De telers bleken hun teeltkennis voornamelijk te vergaren uit hun naaste omgeving, voor informatie van buiten die kring staat de teler minder open. Om toch binnen die kring informatie te krijgen kan een handout gebruikt worden. De telers kunnen zelf beslissen welke aanbevelingen ze gebruiken, zo kan men testen welke methode het effectiefst is. De verzamelde kennis moet dus kort en praktisch verzameld worden op een digitaal en papieren versie.

Bronnenlijst

- KENAPOFA, 2010. (z.j.). Geraadpleegd van <http://www.potatoplatformkenya.com>
- [Beschrijving aaltjes]. (z.j.). Geraadpleegd op 28 mei, 2017, van <https://www.aaltjes.net/>
- [verzameling van teeltinformatie.]. (z.j.). Geraadpleegd van <http://www.kennisakker.nl/>
- Aaltjes.net. (z.j.). Geraadpleegd van <https://www.aaltjes.net/>
- Atekaand, E. M., Mwang'ombe, A. W., & Kimenju, J. W. (2001). Reaction of potato cultivars to *Ralstonia solanacearum* in Kenya. *African Crop Science Journal*, pp. 251-256.
- Beers, T. van. (2010). *LAGE PH: BEKALKEN KAN AALTJESSCHADE VERMINDEREN*. Geraadpleegd van <http://www.kennisakker.nl/node/3292>
- Beers, T. van, Aasman, B., & Wolfs, A. (2010). *AALTJESMANAGEMENT IN DE AKKERBOUW - ACHTERGRONDEN*. Geraadpleegd van <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/aaltjesmanagement-de-akkerbouw-achtergronden>
- Bergevoet, R., & Engelen, A. van. (2014). *The Kenyan meat sector Opportunities for Dutch agribusiness*. Geraadpleegd van <http://edepot.wur.nl/370228>
- Bodemanalyse. (z.j.). Geraadpleegd van <http://www.soilcares.com/en>
- Champoiseau, P. G., Jones, J. B., & Allen, C. (2009). *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2 causes tropical losses and temperate anxieties. Geraadpleegd van <http://www.apsnet.org/online/feature/ralstonia>
- Chemische bestrijding aaltjes. (z.j.). Geraadpleegd van <http://www.dupontnederland.nl/producten-diensten/crop-protection/aardappelteelt/producten/vydate-nematicide.html>
- DURR, G., & LORENZL, G. (1980). *POTATO PRODUCTION AND UTILIZATION IN KENYA*. Geraadpleegd van http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnaaj221.pdf
- EPPO. (2004). *Ralstonia solanacearum*. *European and Mediterranean Plant Protection Organization*, 34, 173-178.
- Erosie informatie. (z.j.). Geraadpleegd van <http://bodemacademie.nl/bodemkwaliteit/bodemverstoring/erosie/>
- Geelen, P. M. T. M., Crombach, C. J. E., & Bus, C. B. (2004). *Beperking van watererosie in aardappelen op lössgrond*. Geraadpleegd van <http://bodemacademie.nl/bodemkwaliteit/bodemverstoring/erosie/>
- Gildemacher, P. R., Kaguongo, W., Ortiz, O., Tesfaye, A., & Woldegiorgis, G. (2009). *Improving Potato Production in Kenya, Uganda and Ethiopia: A System Diagnosis*. Geraadpleegd van <http://edepot.wur.nl/108262>

- Hainsworth, E. (1962). *An economic Approach to Nematode Problems Affecting the Kenya Agriculture*. Paper gepresenteerd op de First inter African Plant Nematology conference, Kikuyu, Kenia.
doi:https://books.google.nl/books?id=xzlyd_LSWaQC&pg=PA74&lpg=PA74&dq=Hainsworth,+1962++potato+kenya&source=bl&ots=ZvOcdlqq9C&sig=dz2Uol_m9Kowq4GbDWn8upp0FDk&hl=nl&sa=X&ved=0ahUKEwjP5oSV_Y3UAhVOYIAKHf9NAAYQ6AEILDAA#v=onepage&q=Hainsworth%2C%201962%20%20potato%20kenya&f=false
- Hainsworth, R. G. (z.j.). *Potato Seed production for tropical Africa*. Geraadpleegd van https://books.google.nl/books?id=xzlyd_LSWaQC&pg=PA74&lpg=PA74&dq=Hainsworth++1962+nematode&source=bl&ots=ZvOcdHnz8C&sig=g_6aXfawR5uRjhTzHYk4GhqrcJI&hl=nl&sa=X&ved=0ahUKE#v=onepage&q=Hainsworth%20%201962%20nematode&f=false
- Hayward, A. C. (1991). *Biology and Epidemiology of Bacterial Wilt caused by Pseudomonas Solanacearum*. Geraadpleegd van <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.py.29.090191.000433>
- Hayward, A. C. (1983). *Bacterial wilt and moko disease*. Sydney, Australia: Academic Press.
- Hoekstra, O., & Maenhout, C. A. A. A. (1974). *Resultaten van het vruchtwisselingsonderzoek op de bouwplannenproef 'De Schreef'*. Geraadpleegd van <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/365774>
- Hutton, M. O., Leach, A. M., Leip, A., Galloway, J. N., Bekunda, M., Sullivan, C., & Lesschen, J. P. (2017). *Toward a nitrogen footprint calculator for Tanzania*. Geraadpleegd van <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa5c42/pdf>
- Import Pootgoed. (z.j.). Geraadpleegd van <http://www.agroberichtenbuitenland.nl/kenia/agricosteunt-aardappelketen-kenia/>
- Janssens, S. R. M., Wiersema, S. G., Goos, H., & Wiersma, W. (2013). *The value chain for seed and ware potatoes in Kenya*. Geraadpleegd van <http://edepot.wur.nl/279729>
- Kaguongo, W., Gildemacher, P., Demo, P., Wagoire, W., Kinyae, P., Andrade, J., . . . Thiele, G. (2008). *Farmer practices and adoption of improved potato varieties in Kenya and Uganda*. Geraadpleegd van <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/004365.pdf>
- Kaguongo, W., Nyangweso, A., Mutunga, J., & Nderitu, J. (2013). *A policymakers' guide to crop diversification*. Geraadpleegd van <http://www.fao.org/3/a-i3329e.pdf>
- Kaguongo, W. P., Gildemacher, P., Demo, W., Wagoire, P., Kinyae, J., Andrade, G., . . . Thiele, G. (2008). *Farmer practices and adoption of improved potato varieties in Kenya and Uganda*. Geraadpleegd van <http://www.oalib.com/references/15377194>
- Khurana, S. M. P., & Garg, D. (2003). *Virus and Virus-like Diseases of Major Crops in Developing Countries*. Geraadpleegd van <http://download.springer.com/static/pdf/96/bfm%253A978-94-007-0791-7%252F1.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Fbook%2Fbfm%3A978-94-007-0791-7%2F1&token2=exp=1495740926~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F96%2Fbfm%25253A978-94-007-0791>

7%25252F1.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Fbook%252Fbfm%253A978-94-007-0791-7%252F1*~hmac=66a52447f6ed08b0c4a4c3768befd18522ea842f85c60366d551a009d9eb3c10

- Kooman, P. (1995). *Aardappelopbrengst afhankelijk van daglengte*. Geraadpleegd van <http://resource.wur.nl/nl/show/-Aardappelopbrengst-afhankelijk-van-daglengte.htm>
- Kesselen, G., Schepers, H., & Flier, W. (z.j.). *DE AARDAPPELZIEKTE*. Geraadpleegd van <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/de-aardappelziekte>
- Lemaga, B. (1997). *Integrated control of potato bacterial wilt. Literature review and work plan 1995-1997*. Geraadpleegd van <http://www.worldagroforestry.org>
- Martin, C., & French, E. R. (1985, 1 juni). Bacterial wilt of potatoes caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Technical Information Bulletin*, pp. 1-6. Geraadpleegd van http://plantpath.ifas.ufl.edu/rsol/Trainingmodules/BRPotato_Module.html
- Muindi, E. M., Semu, E., Mrema, J. P., Mtakwa, P. W., & Gachene, C. K. (2016). *Soil Acidity Management by Farmers in the Kenya Highlands*. Geraadpleegd van https://www.researchgate.net/publication/284169235_Soil_Acidity_Management_by_Farmers_in_the_Kenya_Highlands
- Musyokaa Adamteyc, , Anne W. Muriukid, , Georg Cadischa, , , Anne W. Muriukid, , Georg Cadischa,, M. W., Adamtey, N., Muriuki, A. W., & Cadisch, G. (2017). *Effect of organic and conventional farming systems on nitrogen use efficiency of potato, maize and vegetables in the Central highlands of Kenya*. Geraadpleegd van <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030117300278>
- Muthoni, J., Kabira, J., Shimelis, H., & Melis, R. (2014). *Spread of Bacterial Wilt Disease of Potatoes in Kenya: Who is to Blame?*. Geraadpleegd van http://www.academia.edu/22918554/Spread_of_Bacterial_Wilt_Disease_of_Potatoes_in_Kenya_Who_is_to_Blame
- Muthoni, J., & Nyamongo, D. O. (2009). *A review of constraints to ware Irish potatoes production in Kenya*. Geraadpleegd van http://www.academicjournals.org/article/article1379686338_Muthoni%20and%20Nyamongo.pdf
- Muthoni, J., Shimelis, H., & Melis, R. (z.j.). *Potato Production in Kenya: Farming Systems and Production Constraints*. Geraadpleegd van <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/26600>
- Nyakundi, C., & Kamau, P. (2015). New pest threatens potato production in Kenya. *Organic farmer*, 1(2), 1-8.
- Potato in Kenya. (2017, 20 mei). Geraadpleegd van <http://www.infonet-biovision.org/PlantHealth/Crops/Potato>

- Sharma, K., Shawkat, B., Miethbauer, T., & Schulte-Geldermann, E. (z.j.). Strategies for Bacterial Wilt (*Ralstonia solanacearum*) Management in Potato Field: Farmers' Guide. Geraadpleegd op 28 mei, 2017, van file:///C:/Users/peter/Downloads/CIP-BW-Strategies-2017.pdf
- Sleper, D. A., & Poehlman, J. M. (2006). *Breeding Field Crops, 5th Edition*. Oxford, Engeland: Blackwell.
- Statistische gegevens aardappelen in Nederland. (z.j.). Geraadpleegd van <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?PA=7100oogs>
- Struik, P. C., & Wiersema, S. G. (z.j.). *Seed potato technology*. Wageningen, Nederland: Wageningen Academic Publishers.
- teeltechnisch voor Kenia. (z.j.). Geraadpleegd van <http://www.infonet-biovision.org/PlantHealth/Crops/Potato>
- Tsegaw, T. (2005). *RESPONSE OF POTATO TO PACLOBUTRAZOL AND MANIPULATION OF REPRODUCTIVE GROWTH UNDER TROPICAL CONDITIONS*. Geraadpleegd van file:///C:/Users/peter/Downloads/Complete.pdf
- Vries, M. de, Maat, M. ter, & Lindhout, P. (2016). *The potential of hybrid potato for East-Africa*. Geraadpleegd van <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/opag.2016.1.issue-1/opag-2016-0020/opag-2016-0020.pdf>
- Wakahiu, M. W., Gildemacher, P. R., Kinyua, Z. M., Kabira, J. N., Kimenju, A. W., & Mutitu, E. W. (2007). *Occurrence of potato bacterial wilt caused by Ralstonia solanacearum in Kenya and opportunities for intervention..* Paper gepresenteerd op de : 7th triennial African Potato Association conference, Alexandria, Egypte.
doi:<http://erepository.uonbi.ac.ke/handle/11295/50133?show=full>
- Wang'ombe, J. G., & Dijk, M. P. van. (2013). *Low potato yields in Kenya: do conventional input innovations account for the yields disparity*. Geraadpleegd van <https://agricultureandfoodsecurity.biomedcentral.com/articles/10.1186/2048-7010-2-14>
- Zwart, K., Kikkert, A., Wolfs, A., Termorshuizen, A., & Burgt, G. J. van der. (2013). *Tien vragen en antwoorden over organische stof*. Geraadpleegd van http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/Tien_vragen_antwoorden_OS.pdf

Bijlage

Bijlage 1: rassenlijst beschikbare aardappelrassen Kenia 2015

VARIETY	TUBER CHARACTERISTICS			MATURITY	DISEASE RESISTANCE			TUBER DORMANCY	USAGE						YIELD	ALTITUDE RANGE
	Skin Colour	Flesh Colour	Eye Depth		L. BLIGHT	PVY	PLRV		CRISPS	CHIPS	MASH	ROAST	BOILED	BAKING		
AMBITION	W	W	S	***				*							A, A, A	1300-3000
ANNET	YR/B	Y	-	**	✓			**	✓	✓	✓		✓		A, A, A	1300-2000
ARIZONA	Y	L	S	**	✓			***			✓	✓	✓	✓	A, A	1300-3000
ARNOVA	Y	PY	S	**	✓		✓	*			✓	✓	✓	✓	A, A	1300-3000
ASANTE	P	PY	S	**	✓			*		✓	✓	✓	✓	✓	A, A	>2300
CARUSO	Y	LY	S	**	✓	✓	✓	***	✓	✓					A, A	1300-3000
CONNECT	Y	Y	S	**	✓			**		✓	✓	✓	✓		A, A	1300-3000
DERBY	Y	LY	S	*	✓			*	✓	✓					A, A, A	1300-3000
DESIREE	R	C	D	***				***	✓	✓	✓				A, A, A	1800-2600
DESTINY	Y	Y	S	*	✓	✓		**	✓	✓					A, A, A	1300-3000
DUTCH ROBIN	R	PY	M	***	✓			***	✓						A, A, A	1600-2600
EL-MUNDO	Y	LY	S	***	✓	✓		***			✓	✓	✓		A, A, A	1300-3000
FALUKA	Y	C	S	**				**			✓	✓	✓		A, A	1300-3000
JELLY	Y	Y	S	***	✓			***	✓	✓	✓				A, A	1300-3000
KENYA BARAKA	Y	PY	S	**	✓			*	✓	✓	✓		✓		A, A	1600-2700
KENYA KARIBU	DY	Y	M	***	✓			***	✓	✓	✓		✓		A, A	1800-2800
KENYA MAVUNO	C		S	***	✓			***	✓	✓	✓		✓		A, A	1800-2800
KENYA MPYA	CW	CW	S	**	✓			*		✓	✓				A, A	1400-3000
KENYA SIFA	P	C	M	**	✓			***		✓			✓		A, A	1800-2800
KERR'S PINK	R	C	M	**				***	✓	✓	✓	✓	✓		A, A	1400-2700
MANITOU	R	PY	S	**	✓			***		✓	✓	✓	✓		A, A	1300-3000
MARKIES	W	C	S	**	✓	✓	✓	***	✓	✓					A, A	1300-3000
MAVAN GOLD		Y	M	***		✓	✓	*	✓	✓					A, A	1300-3000
MUSICA	Y	DY	S	***				*		✓					A, A, A	1300-3000
PURPLE GOLD	DP	W	S	***	✓		✓	***	✓	✓	✓	✓	✓		A, A	1800-3000
ROYAL	Y	Y	S	***	✓			***							A, A, A	1300-3000
RUMBA	Y	LY	S	**	✓	✓	✓	***	✓	✓					A, A	1300-3000
RUDOLPH	R	W	S	**	✓			***	✓	✓	✓	✓	✓		A, A	1300-3000
SAGITTA	Y	Y	S	**		✓		***	✓	✓	✓	✓	✓		A, A, A	1300-3000
SARPO MIRA	R	PY	S	***	✓			**	✓	✓	✓	✓	✓		A, A	1300-3000
SAVIOLA	Y	C	S	***	✓	✓		*							A, A	1300-3000
SHANGI	C	W	M	**				*	✓	✓					A, A	1500-2800
SHEREKEA	R	C	M	***	✓	✓	✓	***	✓	✓	✓		✓		A, A	1800-3000
TAURUS	Y	LY	S	**	✓			***	✓						A, A	1300-3000
TIGONI	W	PY	S	***	✓			*	✓	✓	✓	✓	✓	✓	A, A	1800-2600
TOLUCA	Y	LY	S	***	✓			**	✓	✓				✓	A, A	1300-3000

Bron: Potato variety catalogue 2015 van National Potato Council Of Kenya

Bijlage 2 bronnen ter ondersteuning van de probleemstelling.

Bron1: Ware potato market survey in Kenya

Bron 1 is een onderzoek van E. Manyasa in opdracht van de SNV (Stichting, Nederlandse, Vrijwilligers).

In bron 1 wordt een beschrijving gegeven van de afzet markten die de smallholders benutten. De lezer wordt een beeld gegeven van de afzet mogelijkheden die beschikbaar zijn voor de smallholders. Doormiddel van Bron 1 wordt de huidige markt weergegeven, de afzet is in kaart gebracht en daarbij zijn de prijzen verzameld. Door middel van dit onderzoek wordt duidelijk gemaakt hoe de productprijzen van de aardappelen tot stand komen. De eisen van de afnemers en eind consumenten zijn in beeld gebracht, door hier op in te spelen kunnen de telers de markt gerichter bedienen. Zo blijkt voor de handelaren beschikbaarheid, maat van de aardappelen en de prijs van belang.

Potato attribute	Choice rate (%)
Size	95.9
Price	85.7
Variety	42.9
Colour	32.7
Shape	24.5

Tabel 6 lijst van punten die van belang zijn voor aardappelhandelaren (SNV, 2013)

De telers kunnen verder de keuze maken om voor een specifiek afzetdoel te gaan telen, het afzetdoel is al van belang bij de raskeuze. Indien de smallholders Nederlands pootgoed aanschaffen is het verstandig dat zij van tevoren over hun teeltdoel nagedacht hebben. Telers bewust maken van het kiezen voor een afzetdoel verhoogt de kwaliteit van het product en voorkomt dat telers een moeilijk verkoopbare partij aardappelen kweken. Opvallend in dit onderzoek is dat er nauwelijks naar de verschillende rassen gekeken wordt, het besef van het verschil tussen de verschillende rassen moet dan ook verder onder de aandacht gebracht worden. Zo wordt in tabel 7 de beslissingsfactoren weergegeven die de inkopers van de verwerkende industrie hanteren. Het ras dat meestal ook belangrijk is voor het verwerkingsrendement, heeft een zeer kleine invloed. Als de informatie die in dit onderzoek weergegeven is meer op de boer gericht zou zijn kan de boer inspelen op de markt met zijn pootgoed keuze. Het onderzoek geeft te weinig adviezen richting de teler. Echter in dit onderzoek staat bijvoorbeeld wel informatie die interessant is voor de teler, bijvoorbeeld bij het kiezen van het juiste ras,

Bron 2: Improving Potato Production in Kenya, Uganda and Ethiopia 2008

Bron 2 is een onderzoek uitgevoerd in opdracht van de EAPR (European Association Potato Research)

Het onderzoek richt zich op de aardappelboeren in Kenia, Uganda en Ethiopië. Het onderzoekt de mogelijkheden die aanwezig zijn om de opbrengst te vergroten in deze drie landen. Dit onderzoek gebeurt op basis van de ervaringen van stakeholders, het pootgoed systeem en de bruinrot problemen. Het onderzoek geeft tevens een goed beeld van de boeren bedrijven, zo wordt duidelijk wat belangrijk voor de ondernemers is. In tabel 8 is een overzicht weergegeven van bronnen van inkomen die belangrijk zijn voor de smallholders. Te zien in de tabel is dat de verkoop van gewassen een zeer belangrijke bron van inkomen is.

Source	Kenya			Uganda		
	Meru Central	Nyandarua	All	Kabale	Kisoro	All
Crop sale	55	48	51	80	88	82
Animals and animal products	18	36	28	8	2	6
Remittances	18	15	16	12	8	11
Other on-farm incomes	8	2	4	1	0	1
Off-farm income	3	1	2	1	3	1
Sample size	100	151	251	95	49	144

Tabel: 8 bronnen van inkomen op de smallholder bedrijven (CIP, 2005)

In de conclusie is te lezen dat men het erover eens is dat het verbeteren alleen van de technische kwaliteiten van de teler niet voldoende is om de opbrengsten te laten stijgen. In het onderzoek wordt ook opgemerkt dat de verkopers van pootgoed ras informatie niet verstrekken aan de telers. Het gebrek aan informatie en besef samen met een conservatieve houding zorgt dat de adoptie graad van nieuwe technieken en methodes laag liggen. In dit onderzoek wordt er juist gezocht naar de elementen die nodig zijn om de schakels van de aardappelketen met elkaar te verbinden. Het onderzoek (Improving potato production in Kenya Uganda en Tanzania), was vooral een constaterend onderzoek, het geeft weinig tips richting de telers om teelt kennis over te dragen.

	Kenya		
	Meru Central	Nyandarua	All
Experience in growing potato (years)			
Average	18	17	17
Standard deviation	11	12	11
Median	18	14	15
Area grown potato per season (ha)			
Average	0.31	0.37	0.35
Standard deviation	0.30	0.32	0.31
Median	0.20	0.30	0.29
Number of potato plots grown by farmers in 1 st season of 2005 (%)			
0	5	1	3
1	64	70	68
2	22	18	20
3	4	7	6
4-7	5	4	4
Percentage of farmers growing potato in same plot in 4 seasons (2004/2005)			
Once	18	16	16
Twice	45	35	39
Three times	27	23	24
Four times	10	27	21
Percentage of farmers growing			
Mono cropped potato plots	89	91	90
Potato-cereal/legume intercrop	19	11	14
Sample size	100	151	251

Source: CIP survey 2005

Tabel 9 Resultaten ervaring met de aardappelteelt.

In tabel 9 wordt onder andere duidelijk wat voor teeltrotatie de telers hanteren. 21 % van de ondervraagden teelt 4 keer aardappelen op het zelfde perceel in twee jaar tijd. Bij deze constatering mis ik bijvoorbeeld een vergelijkende tabel met de effecten die deze teelt rotatie met zich mee brengen. Problemen die een te krappe teeltrotatie met zich mee brengt zijn onder andere, aaltjes, verslechterde bodem vruchtbaarheid en andere ziekten zoals bruinrot worden zo niet uitgebannen. De mensen voorbeelden laten zien van wat men fout doet en wat het de teler oplevert als zij bijvoorbeeld de teeltrotatie laten verruimen.

Bron 3: Seed Potato Quality Improvement through Positive Selection by Smallholder Farmers in Kenya

Bron 3 is tevens ook een bron uitgebracht door de EAPR (European Association Potato Research)

Bron 3 is een bron die een beschrijving geeft van de kwaliteit van het pootgoed dat de telers gebruiken en tegen welke problemen de telers aanlopen. Het gebrek aan pootgoed dat vrij is van ziekten zoals ringrot en bruinrot leidt tot opbrengst verliezen bij de smallholders. Tevens is er tegenwoordig pootgoed te koop van geïmporteerde westerse rassen. In dit onderzoek wordt de stamselectie beschreven hierin wordt een gezonde plant als uitgangsmateriaal gebruikt. Stamselectie geeft volgens het onderzoek een meeropbrengst van 34% ten opzichte van de gangbare methode. Volgens het onderzoek kost de techniek €6 per hectare en levert de techniek door de meer opbrengst €284 per hectare extra op. Wel moet de teler beginnen met een klein aantal aardappelen en dit verder vermeerderen, tussen de teelten moet dit materiaal goed opgeslagen worden. Het onderzoek is in verschillende regio's gehouden, de gegevens zijn in een tabel verwerkt en zo te vergelijken. Nadeel van deze methode is dat de teler wel zelf bepalen moet kunnen welke planten gezond genoeg zijn om als uitgangsmateriaal verder te gaan gebruiken. De teler dient dus over de kennis te beschikken om de zieke planten van de gezonde planten te onderscheiden. De zieke planten moet men verwijderen en deze dus niet als verloren beschouwen, en daarom laten staan. Echter als de teler in staat is de gezonde planten van de zieken te onderscheiden kan de teler wel op een relatief goedkope manier eigen uitgangsmateriaal verwerven. De teler kan deze methode uitvoeren met eigen arbeid en eigen aardappelen, zo is de investering gering. De teler kan het aankopen van vers pootgoed 1 of meerdere teeltjaren uitstellen en zo op de kosten besparen. De tekortkomingen van dit onderzoek liggen vooral op de praktische kant voor de teler. De teler moet de technieken leren, hiervoor is de teler zeer goede begeleiding nodig. Voor de beste werking van deze techniek is dat dit gedaan wordt door gespecialiseerde bedrijven, het wordt echter zeer lastig om dit uitgangsmateriaal gecertificeerd te krijgen. De methode zelf is niet kostenintensief, echter moeten er meerdere jaargangen plaatsvinden voordat men kan spreken van financiële opbrengsten. De ervaring leert dat kapitaalintensieve methodes en technieken niet populair zijn en weinig navolging vinden, ook al is dit pootgoed bij aanschaf goedkoper in prijs. Door pootgoed van Agrico East Africa te kopen, koopt men schoon gecertificeerd pootgoed met betere genetische eigenschappen dan het lokale pootgoed. Voor de toekomst denk ik dat deze methode een interessante is, echter zal dit door gespecialiseerde bedrijven moeten gebeuren. Voor de individuele teler vraagt de stamselectie een investering in een deel van zijn aardappel perceel waar geen financiële opbrengst van afkomstig is. In Tabel 10 worden de verschillen duidelijk gemaakt tussen de opbrengsten die behaald worden door pootgoed dat afkomstig is van positieve selectie, en van pootgoed dat verzameld is op basis van de maat uit de normale consumptie aardappelen. Vraagteken bij dit onderzoek is wel waarom de verschillen tussen wel of geen positieve selectie niet meer van een constante aard zijn. De verschillen tussen de gebieden lijken mij niet de opbrengst verschillen kunnen te verklaren. Waarschijnlijk is de gezondheid van het normale pootgoed van belang. Als het normale gangbare pootgoed besmet is met ziekten dan kan de positieve selectie eerder een positief verschil maken, dan dat de positieve selectie met gezond vitaal pootgoed vergeleken wordt

Bijlage 3 Bodem analyse (Soilcares)

Soil Status

Parameter	Unit	Analysis Result	Range Low	Range High	Low	Adequate	High
pH (KCl)	pH Value	5.0	4.90	6.40		■	
Organic Carbon	g/kg	35.4	17.00	50.00		■	
Total Nitrogen	g/kg	3.3	1.00	2.00			■
Total Phosphorus	g/kg	0.6	0.20	0.60			■
Total Sulfur	g/kg	0.5	0.30	0.50		■	
Potassium (exch.)	mmol+/kg	6.5	1.50	3.00			■
Calcium (exch.)	mmol+/kg	117.1	15.00	25.00			■
Magnesium (exch.)	mmol+/kg	18.3	4.50	10.00			■
Zinc (M3)	mg/kg	20.9	2.50	4.00			■
Copper (M3)	mg/kg	1.3	1.00	2.00		■	
Cation Exchange Capacity	mmol+/kg	138.3	75.00	200.00		■	
Total Aluminium	g/kg	73.0	70.00	112.00		■	
Total Potassium	g/kg	20.8	11.00	23.00		■	
Total Silicium	g/kg	313.0	240.00	340.00		■	
Total Iron	g/kg	58.9	31.00	81.00		■	