

Voedselverspilling in de Nederlandse aardappelketen



LECTORAAT SUPPLY CHAIN INNOVATION
01-11-2022

dr. Evelot Westerink-Duijzer

Met medewerking van:

Gerda van den Beemt-Denissen

Céline Degroote

Vlad Pascanu

Bron afbeelding voorzijde: <https://www.vee-en-gewas.nl/artikel/424365-aardappelteelt-raakt-verdienmodel-kwijt/>

Dit document is tot stand gekomen binnen het project 'Voorkomen voedselverspilling'. Het project is uitgevoerd door:

Aeres Hogeschool, Hogeschool Inholland, HZ University of Applied Sciences en HAS Green Academy van 2021 tot 2023. Wageningen University & Research heeft bijgedragen aan het onderzoeksproject vanuit het programma Kennis op Maat.



Dit onderzoek is medegefinancierd door Regieorgaan SIA, onderdeel van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek, en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.



This work is licensed under the Creative Commons Naamsvermelding-NietCommercieel-GelijkDelen 4.0 Internationaal License.

To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE	2
INLEIDING	3
HOOFDSTUK 1 – AARDAPPELKETEN	4
HOOFDSTUK 2 – ZAADVEREDELING	5
HOOFDSTUK 3 – TEELT VAN POOTAARDAPPELEN	7
HOOFDSTUK 4 – TEELT VAN ZETMEELAARDAPPELEN EN CONSUMPTIEAARDAPPELEN	9
HOOFDSTUK 5 – VERWERKENDE INDUSTRIE	11
HOOFDSTUK 6 – ANALYSE VAN VERSPILLINGSHOTSPOTS	12
CONCLUSIE EN DISCUSSIE	15
BIBLIOGRAFIE	17

INLEIDING

De Verenigde Naties heeft als streefdoel gesteld om voedselverspilling te halveren in het jaar 2030 ten opzichte van 2015. Om concrete invulling te geven aan het verminderen van voedselverspilling is het SIA project 'Voorkomen Voedselverspilling' gestart. In dit project worden verschillende voedselketens bestudeerd en wordt per keten gekeken naar de mate van voedselverspilling en de mogelijke oorzaken. Daarnaast worden er interventies voorgesteld om op ketenniveau de voedselverspilling te verminderen.

In dit verslag richten we ons specifiek op de Nederlandse aardappelketen. Nederland is een echt aardappelland. Al jaren is Nederland de grootste exporteur van pootaardappels en ook bij de wereldwijde export van bevroren aardappelproducten levert Nederland een substantieel aandeel (Rabobank, 2019). Als we voedselverspilling in Nederland willen verminderen, kunnen we dus niet om de aardappelketen heen. In dit onderzoek bestuderen we daarom de aardappelketen: we kijken naar de verschillende ketenschakels, hun activiteiten en de omvang. Naast het in kaart brengen van de keten, onderzoeken we de verspilling van aardappels. Per ketenschakel identificeren we *verspillingshotspots*, belangrijke punten in het proces waarop verspilling plaatsvindt. We doen dit onder de volgende overkoepelende onderzoeksvraag:

Wat zijn hotspots van voedselverspilling in de Nederlandse aardappelketen?

Wij bakenen ons onderzoek als volgt af. Binnen het SIA project, en dus ook in dit verslag, wordt *voedselverspilling* gedefinieerd als 'al het voedsel dat bedoeld is voor menselijke consumptie, maar dat niet door mensen wordt geconsumeerd'. In de onderzoeksvraag wordt gesproken over de *aardappelketen*. We kiezen ervoor om ons te richten op de eerste ketenschakels van de aardappelketen tot en met de verwerkende industrie. Dit betekent dat de verdere ketenschakels, zoals retail, horeca en consument buiten beschouwing worden gelaten. Bij het analyseren van voedselverspilling in deze latere ketenschakels is het lastig in kaart te brengen wat precies het aandeel van aardappels is. Het gaat in deze schakels immers vaak om verspilling van gerechten waarin verschillende producten zijn samengevoegd.

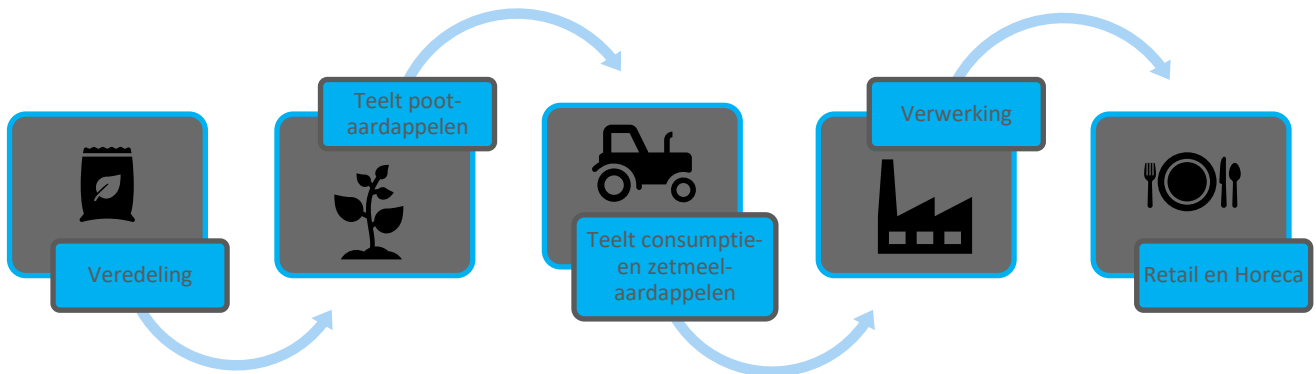
De analyse van de aardappelketen levert interessante inzichten op. We vinden dat iedere ketenschakel eigen verspillingpunten heeft, maar er zijn ook overkoepelende thema's te identificeren. Op basis van ons onderzoek stellen we voor de verspillingshotspots onder te brengen in drie categorieën: productontwikkeling, verlies tijdens het proces en afstemming in de keten. Deze eerste twee categorieën bespreken verspilling die voornamelijk binnen één ketenschakel optreedt, maar de derde categorie brengt verspilling in kaart die optreedt doordat opeenvolgende ketenschakels niet goed op elkaar zijn afgestemd. Om voedselverspilling over de gehele aardappelketen te verminderen, is het dus onvoldoende als iedere ketenschakel het eigen proces verbeterd. Ook onderlinge afstemming is van groot belang.

Onze resultaten zijn tot stand gekomen door literatuuronderzoek en een aantal interviews. Het rapport bouwt voort op eerder onderzoek gedaan door onderzoeker Céline Degroote en student Vlad Pascanu van HZ University of Applied Sciences.

Het vervolg van dit rapport is als volgt ingedeeld. In Hoofdstuk 1 brengen we de Nederlandse aardappelketen in beeld en identificeren we de verschillende ketenschakels. De volgende vier hoofdstukken bespreken stuk voor stuk één van de ketenschakels. Hoofdstuk 2 gaat over zaadveredeling, Hoofdstuk 3 bespreekt de teelt van pootaardappels. In Hoofdstuk 4 wordt de teelt van zetmeel- en consumptieaardappels besproken en in Hoofdstuk 5 komt de verwerkende industrie aan bod. In deze vier hoofdstukken brengen we voor iedere ketenschakel ook de belangrijkste verspillingshotspots in beeld. Hoofdstuk 6 vormt vervolgens de analyse van deze verschillende verspillingshotspots, waarbij we ook zoeken naar onderliggende patronen en systemen. Het rapport besluit met een discussie en conclusie.

HOOFDSTUK 1 – AARDAPPELKETEN

In dit eerste hoofdstuk beschrijven we de structuur van de aardappelketen. Deze keten kan grofweg worden opgedeeld in de volgende ketenschakels: veredeling, teelt van pootaardappelen, teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen, verwerking en retail en horeca. Deze opdeling van de keten is ontleend aan (NVWA, 2022a) en komt overeen met de ketenstructuur die gehanteerd wordt door de Vereniging voor de Aardappel Verwerkende Industrie (VAVI).¹ De onderstaande figuur geeft de aardappelketen schematisch weer:



Figuur 1 De verschillende schakels in de aardappelketen.

De aardappelketen begint met de veredeling van aardappellrassen en de ontwikkeling van nieuwe rassen. Geselecteerde rassen, die aan voldoende wenselijke eigenschappen voldoen, worden vermeerderd. Van deze rassen worden vervolgens pootaardappelen geteeld. De geoogste pootaardappelen worden gebruikt om consumptie- en zetmeelaardappelen te telen. Dit zijn de aardappelen die uiteindelijk bij de consument terecht komen. Dit kan rechtevreeks zijn, of pas nadat de aardappelen verwerkt zijn tot allerlei producten. De consument koopt vervolgens de aardappelen in de supermarkt of consumeert ze in de horeca.

De mate van concurrentie verschilt behoorlijk tussen de verschillende ketenschakels. Als we kijken naar de C4, het marktaandeel van de vier grootste partijen, zien we dat de C4 in de teelt van consumptieaardappelen minder dan 5% is. De C4 in de aardappelhandel is maar liefst 60% (Van Galen, et al., 2021). Het verminderen van voedselverspilling in de aardappelketen vereist dus een verschillende aanpak in de verschillende ketenschakels. Om grootschalige voedselverspilling te verminderen rondom de teelt is het nodig om met vele landbouwbedrijven in gesprek te gaan. In de verwerkende industrie kunnen wellicht al grote effecten bereikt worden door het proces bij één enkele verwerker te analyseren en daar één van de verspillingshotspots aan te pakken.

In de volgende hoofdstukken zullen we iedere ketenschakel apart bespreken en per ketenschakel in kaart brengen waar de punten van voedselverspilling zitten. Zoals aangegeven in de inleiding zal dit verslag zich niet richten op de retail en de horeca.

¹ De infographic van de VAVI met onder andere de structuur van de aardappelketen is te vinden via de volgende link: www.vavi.nl/nl/de-nederlandse-aardappelverwerking/

HOOFDSTUK 2 – ZAADVEREDELING

De eerste stap in de aardappelketen is de veredeling en selectie van nieuwe aardappelrassen. Hierbij worden aardappelrassen geselecteerd op bepaalde gewenste eigenschappen. Er wordt ook wel gesproken over de selectie van *cultivars*, waarbij een cultivar gedefinieerd wordt als een variëteit die bij het kweken van een plant is ontstaan. Het uiteindelijke doel van veredeling is het ontwikkelen van aardappelrassen met een stabiele opbrengst die aansluiten bij de behoefte van de markt.

Om een stabiele opbrengst per hectare te garanderen, is het belangrijk zo veel mogelijk te voorkomen dat het aardappelras vatbaar is voor ziektes of schade ondervindt van wisselende klimaatomstandigheden. Eén van de meest voorkomende ziektes onder aardappels is phytophthora, die onder andere in 2016 tot veel schade heeft geleid (Lammerts Van Bueren, Hutten, & Engelen, 2016). Hierdoor is de ontwikkeling van robuuste aardappelrassen, die resistent zijn tegen phytophthora, toegenomen (Bionext, 2020).

Ook de behoefte van de markt bepaalt welke eigenschappen van een ras een rol spelen in de veredeling. Hierbij maakt het verschil of de aardappels bedoeld zijn als tafelaardappels of dat ze verwerkt worden tot frites of chips.

(Edelenbosch & Munnichs, 2020) bespreken de mogelijkheid van hybride aardappelveredeling. Bij deze vorm van veredeling worden zuivere inteeltlijnen gekruist. Een mogelijk voordeel van hybride aardappelveredeling kan zijn dat er niet langer gewerkt hoeft te worden met pootaardappelen, maar dat er zaad gebruikt kan worden. Hoewel er binnen de aardappelsector twijfels bestaan of het mogelijk is aardappels uit zaad te telen (Edelenbosch & Munnichs, 2020), heeft zaad het voordeel dat het minder ziektegevoelig is. Dit betekent dat er minder bestrijdingsmiddelen nodig zijn en dat er mogelijk minder verlies door ziekte optreedt.

Omvang van de ketenschakel

In Nederland zijn bedrijven die zich bezig houden met de veredeling van aardappelrassen vaak onderdeel van aardappelhandelshuizen. Nederland kent een tiental aardappelhandelshuizen, die zich naast rassenveredeling ook bezig houden met de productie, het verhandelen en exporteren van pootaardappelen. Daarnaast zijn er ongeveer 150 kleine kwekers actief die op kleine schaal aardappelrassen veredelen (Van Loon, 2019).

Eén van de aardappelhandelshuizen is Meijer Potato uit Rilland. Uit een interview met Guus Heselmans van Meijer Potato wordt duidelijk dat het perspectief van de hele keten meegenomen in het proces van veredeling. Hoewel de veredelaars aan het begin van de keten staan, kan de keten dus ook gezien worden als een cirkel. De wensen van telers en consument zijn van invloed op het veredelingsproces.

Als we kijken naar het aantal geregistreerde cultivars in Nederland bedroeg dat in 2015 ongeveer 450. Hiervan is iets minder dan de helft specifiek ontwikkeld voor de export van pootaardappels, waarbij de eigenschappen van de aardappelsoort gericht zijn op de productieomstandigheden in het land van bestemming (Van Loon, 2019).

Verlies en verspilling

Volgens de definitie van voedselverspilling gehanteerd binnen het SIA project, spreken we van voedselverspilling als producten oorspronkelijk bedoeld waren voor de menselijke consumptie maar daar uiteindelijk niet voor worden gebruikt. Als we die definitie hanteren, vindt er in de ketenschakel van zaadveredeling weinig verspilling plaats.

Hotspot 2.1: Er gaan wel aardappels verloren in de fase van onderzoek en ontwikkeling, maar deze aardappels waren niet oorspronkelijk bedoeld voor de menselijke consumptie. Hoewel dit verlies daarmee niet valt binnen de definitie van voedselverspilling, zou het wel interessant zijn de omvang in kaart te brengen van deze stroom aardappels.

Een andere mogelijke oorzaak van verspilling is dat de kruising van twee rassen niet de gewenste specificaties oplevert of ziektes vertoont in het verdere teeltproces. Volgens Guus Heselmans van Meijer Potato is deze verspilling minimaal als er vroeg wordt opgetreden.

Hoewel de daadwerkelijke verspilling in deze ketenschakel minimaal is, hebben de eigenschappen van de aardappelrassen die geteeld worden wel grote invloed op de verspilling in het vervolg van de keten. Zoals gezegd wordt dit ketenperspectief wordt meegenomen in de zaadveredeling. Daarnaast kan een veredelaar ook zelf rassen initiëren die interessant kunnen zijn voor de markt. Een voorbeeld hiervan is het ras Jazzy dat resulteert in kleine aardappels die niet geschild hoeven te worden (Heijboer, 2017). Voor de consument levert dit gemak op en er is niet langer sprake van schilverlies.

HOOFDSTUK 3 – TEELT VAN POOTAARDAPPELEN

Nadat een aardappelras is geselecteerd voor verdere teelt, worden van dit ras pootaardappels geteeld. Deze pootaardappels zullen in een latere fase gebruikt worden voor de teelt van de zetmeel- en consumptieaardappelen.

De kwaliteit van pootaardappelen wordt gemonitord door de NAK, de Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor zaaizaad en pootgoed van landbouwgewassen. De NAK is niet alleen betrokken bij de kwaliteitskeuring achteraf, maar controleert ook nauwkeurig de teelt van de pootaardappelen. Zo wordt ieder veld waarop pootaardappelen geteeld worden voorafgaand aan de teelt gecontroleerd op de aanwezigheid van aardappelcysteaaltjes. Deze kleine diertjes veroorzaken aardappelmoeheid, een ziektebeeld waarbij de wortels van de aardappelplant worden beschadigd en de aardappelplant daardoor minder opbrengt (NVWA, 2022b). Alleen velden die vrij zijn van aardappelcysteaaltjes mogen gebruikt worden voor de teelt van pootaardappelen (NAK, 2022).

Tijdens de oogst worden de aardappelvelden geïnspecteerd en wordt gekeken naar eventuele ziektes of afwijkingen in de plant. Voorafgaand aan de oogst wordt het loof van de aardappelplant gedood of gekapt. Dit zorgt ervoor dat de pootaardappelen in de juiste conditie zijn op het moment van de oost. Na de oogst wordt de kwaliteit van het pootgoed eveneens gecontroleerd, waarbij onder andere gekeken wordt naar de aanwezigheid van bepaalde virussen of bacteriën. Deze keuring is nodig omdat Europese richtlijnen vereisen dat alle pootaardappels gecontroleerd en gecertificeerd zijn voordat ze de markt op mogen (NAK, 2022).

Omvang van de ketenschakel

Gegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek laten zien dat het areaal pootaardappelen de laatste tien jaar is toegenomen tot ongeveer 44 duizend hectare in 2021. Dit is ruim 26% van het totale teeltoppervlak van aardappelen. Het aantal landbouwbedrijven betrokken bij de teelt van pootaardappelen omvatte ongeveer 2400 in 2021 (CBS, 2022a). Hoewel aardappelen geteeld worden in heel Nederland, zien we dat de teelt van pootaardappelen vooral plaatsvindt in Noord-Nederland, met name in de Noord-Oostpolder (De Lijster, 2019). De totale bruto opbrengst van pootaardappelen in Nederland bedroeg ongeveer 1.5 miljoen ton in 2021 (CBS, 2022b).

Nederland is een belangrijke exporteur van pootaardappelen met een marktaandeel van meer dan 50% van de wereldmarkt. Meer dan de helft van de pootaardappelen die geteeld worden in Nederland zijn bestemd voor de export naar landen in Noord-Afrika, het Midden Oosten en Europa (Rabobank, 2019).

Verlies en verspilling

In de ketenschakel van de teelt en opslag van pootaardappelen verschillende verspillingshotspots aan te wijzen.

Hotspot 3.1: Een deel van het pootgoed wordt door de NAK afgekeurd vanwege te lage kwaliteit. Dit kan te maken hebben met aanwezigheid van ziektes of externe defecten. Afgekeurde pootaardappelen voldoen niet aan de wettelijk vastgelegde kwaliteitsgaranties voor gecertificeerd materiaal.

Hotspot 3.2: De goedgekeurde pootaardappelen worden opgeslagen om vervolgens verhandeld te worden. Verlies tijdens de opslag kan verschillende oorzaken hebben. Allereerst treedt er gewichtsverlies op. De pootaardappel bestaat namelijk grotendeels uit water en zal dus door verdamping gewicht verliezen. Onbeschadigde pootaardappelen verliezen tijdens bewaring ongeveer 2 - 4% van hun gewicht tijdens de eerste maand en vervolgens nog ongeveer 0,5 - 0,6% per maand tijdens de volgende maanden.

(Bus, Van Loon, & Veerman, 1996). Daarnaast kan verlies ontstaan door verkeerde bewaring. Bij te koud of te warm bewaren kunnen de pootaardappelen ongeschikt raken.

Een ander type verlies kan optreden als er teveel pootaardappelen geteeld zijn of teveel pootgoed bij de consumptieteler terecht komt.

Hotspot 3.3: In een interview met Ko Francke, verantwoordelijk voor pootgoed bij de agrarische coöperatie CZAV van Zuid-Nederland, legt hij uit dat het pootaardappelplan een jaar eerder gemaakt wordt dan de teelt van de consumptieaardappel. Als je teveel pootaardappelen van een bepaald ras teelt, bestaat het gevaar dat daar een jaar later geen markt voor is. Een deel van dit pootaardappelenoverschot kan alsnog worden afgezet in de consumptiemarkt, maar een deel komt ook bij veevoer terecht.

Hotspot 3.4: De consumptieteler krijgt de pootaardappelen meestal per massa aangeleverd. Dit maakt het lastig inschatten hoeveel pootaardappelen dit precies zijn. Als de partij wat fijner uitvalt en er zitten meer pootaardappelen in een kilo dan dat de teler verwacht of gewend is, dan houdt hij pootaardappelen over. Deze pootaardappelen mogen niet meer verhandeld worden en zijn vaak behandeld, waardoor ze niet rechtstreeks geschikt zijn voor consumptie. Het overschot aan pootaardappelen belandt daarom vaak in de vergister. Het percentage pootaardappelen dat uiteindelijk niet geplant wordt, wordt ingeschat op 4-6% (Veltman, 2022). Als pootgoed geteld aangeboden zou worden, bijvoorbeeld met indicatie van het aantal knollen per 1000 kilo, zou deze verliespost mogelijk verminderd kunnen worden.

HOOFDSTUK 4 – TEELT VAN ZETMEELAARDAPPELEN EN CONSUMPTIEAARDAPPELEN

De geogoste pootaardappelen kunnen worden gebruikt om de aardappelen te telen die uiteindelijk bij de consument terecht komen. We kunnen de aardappelen die geteeld worden uit pootaardappelen onderverdelen in twee categorieën: consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen. Zoals de naam aangeeft, zijn consumptieaardappelen bedoeld voor consumptie. Dit kan rechtstreekse consumptie zijn in de vorm van tafelaardappelen of consumptie na verwerking tot bijvoorbeeld friet of chips. Zetmeelaardappelen worden geteeld om er zetmeel uit te winnen. Dit zetmeel wordt gebruikt in allerlei voedingsmiddelen, maar ook voor de productie van bijvoorbeeld lijn of papier.

Bij de teelt van aardappels wordt er gewekt met gewasrotatie. Dit betekent dat op één perceel ieder jaar een ander gewas wordt geteeld. Gewasrotatie beïnvloedt de bodemkwaliteit en verkleint de kans op gewas specifieke ziekten. Door wisselteelt is bij aardappels de kans op de aardappelziekte phytophthora kleiner, wat resulteert in een hogere gewasopbrengst.

Pootaardappels worden geplant in heuvels van grond, genaamd 'ruggen'. Telers kunnen hele pootaardappels planten of ervoor kiezen de pootaardappels te snijden. Door te snijden kunnen de twee delen van de pootaardappel los geplant worden, wat over het algemeen een hogere opbrengst per pootaardappel geeft. Nadeel is dat gesneden pootaardappels een grotere kans hebben op ringrot, waardoor er strenge regels zijn voor de teelt met gesneden pootaardappels (NVWA, 2014).

Om te zorgen voor een goede opbrengst kan het nodig zijn het aardappelveld te bemesten, te besproeien of onkruid te verwijderen. Voordat de aardappels geogost worden, wordt het loof verwijderd. De aardappels ontwikkelen in de grond daarna een stevigere schil, waardoor er minder snel beschadigingen optreden bij de oogst. Enkele weken nadat het loof is verwijderd, worden de aardappels geogost. Dit gebeurt machinaal, waarbij een klein deel van de aardappels op het veld achterblijft. Dit betreft met name (te) kleine knollen.

Omvang van de ketenschakel

Volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek waren er in 2021 in Nederland ongeveer 6400 bedrijven die zich bezig hielden met de teelt van consumptieaardappelen. Ruim 1500 bedrijven teelden zetmeelaardappelen in dat jaar. Het totale areaal gebruikt voor de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen bedroeg in 2021 respectievelijk ongeveer 71 duizend hectare en 45 duizend hectare (CBS, 2022a). Consumptieaardappelen worden voornamelijk in Flevoland, Zeeland en Noord-Brabant geteeld. In Drenthe en Groningen concentreert zich de teelt van zetmeelaardappelen (CBS, 2022a).

Deze bedrijven samen produceerden in 2021 ongeveer 5,15 miljoen ton aardappelen, pootaardappelen niet meegerekend. Deze productie bestond voor twee derde deel (3.29 miljoen ton) uit consumptieaardappelen. Zetmeelaardappelen vormde het resterende derde deel (1.86 miljoen ton) (CBS, 2022b). Van de consumptieaardappelen wordt jaarlijks een kleine 0.5 miljoen ton gesorteerd en verpakt als tafelaardappelen (Van Galen, et al., 2021). Deze tafelaardappelen zijn zowel bestemd voor de binnenlandse markt als voor de export. De overige consumptieaardappelen worden door de verwerkende industrie verwerkt.

Verlies en verspilling

Tijdens de teelt en oogst van consumptie- en zetmeelaardappelen kunnen verschillende verliezen optreden.

Hotspot 4.1: Als de aardappelplanten aangetast worden door ziekte, heeft dit invloed op de oogst. Er zou gekozen kunnen worden voor een verruiming van de rotatieduur om ziekten te verminderen. De Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit adviseert dit echter niet, maar wil liever zoeken naar andere manieren om ziekten te voorkomen en te bestrijden. Mogelijke alternatieven zijn de ontwikkeling van resistente rassen en het voorkomen dat aardappelen die in het veld zijn achtergebleven het volgende jaar opkomen (NVWA, 2022a).

Hotspot 4.2: Ook tijdens de oogst treed er verspilling op doordat aardappels op het land achterblijven. Volgens (Turner, 2019) betreft dit ongeveer 3.8-4.4% van de oogst. Een deel hiervan is beschadigd, of bestaat uit kleine aardappelen. Dit percentage zou wellicht verlaagd kunnen worden door de machine die de aardappels uit de grond haalt anders in te stellen. Ook de eisen van de verwerker spelen een rol in deze verspillingshotspot, omdat hierdoor te kleine aardappelen die op het land achterblijven vaak niet als verspilling worden gezien. Dit wordt beschouwd als onverkoopbaar restproduct waarvoor geen bestemming is in de voedselindustrie.

Hotspot 4.3: Niet alle geoogste aardappelen komen uiteindelijk bij de consument terecht. Een deel wordt afgekeurd omdat het niet voldoet aan de vereiste specificaties van de verwerkende industrie. Zo zijn sommige aardappels bijvoorbeeld te klein, wat het gevolg kan zijn van bepaalde klimaatomstandigheden. Afhankelijk van hun bestemming, zijn er bepaalde eisen waaraan de aardappels moeten voldoen. Zo is de gewenste maat voor tafelaardappels 35-70 mm (Van Galen, et al., 2021). Naast controle op afmetingen, worden de aardappels bij afleveren ook gecontroleerd op beschadigingen of groeischeuren. Bij schaarste kunnen deze normen worden aangepast. De omvang van het verlies door sorteren en afleveren is lastig in kaart te brengen. (Veltman, 2022) schat het sorteerverlies in op 1.5-5% en het afleververlies op 1.5-10%.

Hotspot 4.4: Tenslotte treedt er ook verlies op tijdens het bewaren van de aardappels. Een deel van dit van bewaarverlies is het gevolg van het feit dat aardappels gewicht verliezen tijdens het drogen. Tijdens de eerste maand is dit gewichtsverlies ongeveer 1-3%, waarna het afneemt tot 0,5-0,6% per maand (DLV Advies, 2020). Naast verlies door indrogen, kan er ook verlies optreden tijdens het bewaarproces als er drukplekken ontstaan of als ziektes zich verspreiden. Wanneer een teler kiest voor kistbewaring in plaats van bewaring met een aardappelhoop, is de kans op drukplekken kleiner en kunnen ook ziekten zich minder snel verspreiden.

HOOFDSTUK 5 – VERWERKENDE INDUSTRIE

De geoogste aardappels zijn de belangrijkste grondstof voor de aardappelverwerkende industrie. Het eindproduct bepaalt welke processtappen nodig zijn in het verwerkingsproces. (Haverkort, Linnemann, Struik, & Wiskerke, 2022a) bieden hiervan een uitvoerig overzicht. Als we bijvoorbeeld kijken naar de productie van friet bij Lamb Weston/Meijer, dan worden de aardappels achtereenvolgens geschild, gewassen, gesneden, geblancheerd, gefrituurd, ingevroren en verpakt. Tijdens dit proces zijn er verschillende momenten waarop de aardappels gecontroleerd worden op eventuele afwijkingen.

Tijdens het verwerkingsproces ontstaan verschillende reststromen, zoals afgesneden aardappelkantjes, aardappelschillen en zetmeel. Deze reststromen kunnen soms nog in het verwerkingsproces van andere aardappelproducten gebruikt worden, maar worden ook vaak afgevoerd naar veevoer of naar de vergister.

Bij de verwerking van zetmeelaardappelen wordt het aardappelzetmeel gewonnen uit de aardappels. De aardappels worden hiervoor vernalen, zodat de zetmeelkorrels vrijkomen. Dit zetmeel kan vervolgens gebruikt worden als bindmiddel allerlei producten, zoals soepen, sauzen, bakkerij producten en plantaardige zuivel producten. Bijproducten die tijdens dit proces ontstaan zijn aardappelpersvezels en aardappeleiwit, wat allebei gebruikt kan worden in veevoer. Aardappeleiwit kent daarnaast ook toepassingen voor de menselijke consumptie, bijvoorbeeld in vleesvervangers.

Omvang van de ketenschakel

Grote aardappelverwerkende partijen in Nederland hebben zich verenigd in de Vereniging voor de Aardappel Verwerkende Industrie (VAVI). Deze vereniging heeft zes leden: Agristo, Aviko, FarmFrites, Lamb Weston Meijer, McCain en Peka en vertegenwoordigt 95% van de verwerking in Nederland (VAVI, 2022). Als we alleen kijken naar de vier grootste verwerkers, vinden we een concentratiegraad (C4) van ongeveer 60% (Van Galen, et al., 2021).

De aardappelverwerkende industrie verwerkt in Nederland jaarlijks ongeveer 4 miljoen ton aardappelen, waarbij een deel hiervan geïmporteerd is (Van Galen, et al., 2021). Deze producten zijn zowel voor de binnenlandse markt als voor de export bestemd. In 2019 was maar liefst 83% van de geproduceerde diepvriesaardappelproducten bestemd voor de export (CBS, 2020).

Verlies en verspilling

Tijdens het verwerkingsproces kunnen op verschillende manieren en momenten aardappels verloren gaan. Op basis van gesprekken bij Lamb Weston/Meijer identificeren we de volgende hotspots:

- **Hotspot 5.1:** Afgekeurde aardappels vanwege kwaliteitseisen
- **Hotspot 5.2:** Restproducten tijdens het productieproces (voornamelijk schillen en zetmeel)
- **Hotspot 5.3:** Snijverlies tijdens het productieproces
- **Hotspot 5.4:** Verlies van product tijdens het productieproces
- **Hotspot 5.5:** Onverkoopbaar eindproduct
- **Hotspot 5.6:** Verlies van product tijdens line trails

Hotspot 5.1: Allereerst wordt een deel van de aardappels afgekeurd vanwege bepaalde kwaliteitseisen. Het kan bijvoorbeeld zijn dat aardappels een te hoog percentage rot hebben of te weinig zetmeel bevatten in verhouding tot water. Daarnaast kunnen aardappels niet voldoen aan de interne eisen met betrekking tot afmetingen. Bij een markttekort is het mogelijk dat de verwerkers de interne eisen aanpassen en een

deel van de ondermaatse aardappels alsnog accepteren. De overige afgekeurde aardappels kunnen soms nog in andere aardappelproducten verwerkt worden of gaan naar diervoeder of vergisting.

Hotspot 5.2: In het productieproces ontstaan ook verschillende restproducten, afhankelijk van het beoogde eindproduct. De meeste friet bij Lamb Weston/Meijer heeft geen schil, omdat de klant daar de voorkeur aangeeft. De aardappels worden geschild met behulp van een stoomschiller, waardoor de schil als losse velletjes van de aardappel afkomt. Bij Lamb Weston/Meijer vormen de schillen de grootste reststroom. Een andere reststroom is zetmeel, zowel wit zetmeel dat vrijkomt bij het snijden als grijs zetmeel dat gewonnen wordt door afvalwater te zuiveren. Wit zetmeel wordt nu gebruikt als grondstof voor biobased materiaal, maar kan in de toekomst wellicht gebruikt worden voor eigen voedselproducten. Grijs zetmeel wordt afgevoerd naar veevoer.

Hotspot 5.3: Bij het snijden van de aardappels tot friet, blijven er aan de zijkant smalle stukken aardappel over die niet voldoen aan de specificatie. Deze stukken aardappel kunnen niet tot friet verwerkt worden, maar worden bij Lamb Weston/Meijer deels als input gebruikt voor andere aardappelproducten. Snijverlies dat hiervoor niet in aanmerking komt, wordt verwerkt tot veevoer en gaat dus voor menselijke consumptie verloren.

Hotspot 5.4: Tijdens het productieproces gaat een deel van het product verloren doordat het op de grond valt of doordat delen van het product in de lijn achterblijven. Deze producten zijn vanwege wettelijke hygiëne-eisen niet geschikt voor menselijke consumptie en worden daarom afgevoerd naar veevoer.

Hotspot 5.5: Een deel van de eindproduct gaat verloren omdat het niet meer verkocht kan worden. Dit kan allerlei oorzaken hebben. Zo kan een klant een deel van de bestelling retour sturen vanwege klachten, of is het product onverkoopbaar omdat pallets maar half gevuld zijn of de verpakking beschadigd is. Deze producten staan opgeslagen in de magazijnen van Lamb Weston/Meijer en wordt nu nog afgevoerd naar veevoer. In het Verenigd Koninkrijk heeft Lamb Weston/Meijer een oplossing gevonden om dit product naar voedselbanken te brengen. Verder onderzoek is nodig of ook in Nederland een dergelijk alternatief gevonden kan worden.

Hotspot 5.6: Bij de ontwikkeling van nieuwe producten gaat product verloren, omdat er moet worden proefgedraaid op productielijnen. Hoewel deze producten kwalitatief goed zijn, worden ze door de klant niet afgenomen, omdat er nog sprake is van een testfase.

Bovenstaande hotspots zijn gebaseerd op het proces bij Lamb Weston/Meijer. Ook in de literatuur zien we vergelijkbare verliesstromen, al maakt het voor de omvang van het verlies wel groot verschil of de aardappels bijvoorbeeld geschild moeten worden of niet. (Garcia-Garcia, Stone, & Rahimifard, 2019) bestuderen voedselverspilling bij onder andere Branston Limited, een aardappelverwerker in het Verenigd Koninkrijk. Dit bedrijf verkoopt verse ongeschilde tafelaardappelen en geschilde aardappelen die als ingrediënt dienen in maaltijden. Het totale verlies bij Branston betreft ongeveer 11.1% van de binnenkomende rauwe aardappels. Het verlies bestaat uit aardappels die niet geschikt zijn voor menselijke consumptie (5%), schillen (1.8%) en aardappels die niet aan de specificaties voldoen. In totaal voldoet ruim 18% van de binnengekomen aardappels niet aan de specificaties, maar niet alles daarvan gaat verloren. Een deel kan nog gebruikt worden in andere aardappelproducten, waardoor slechts 4.3% van de binnengekomen aardappels verloren gaat vanwege het niet voldoen aan de specificaties.

HOOFDSTUK 6 – ANALYSE VAN VERSPILLINGSHOTSPOTS

Als we de verspillingshotspots in de verschillende ketenschakels met elkaar vergelijken, kunnen we een aantal interessante patronen ontdekken. In de literatuur wordt regelmatig onderscheid gemaakt tussen

vermijdelijke en onvermijdelijke verliezen. (Haverkort, Linnemann, Struik, & Wiskerke, On Processing Potato 3: Survey of Performances, Productivity and Losses in the Supply Chain, 2022b) spreken daarnaast ook nog over bedoelde verliezen die het gevolg zijn van keuzes in het proces, zoals bijvoorbeeld het schillen of het laten drogen van de aardappels. In dit rapport stellen wij voor om de verspillingshotspots te groeperen naar de achterliggende oorzaak van de verspilling. We identificeren drie categorieën: verlies vanwege productontwikkeling, verlies tijdens het proces en verlies vanwege onvoldoende afstemming in de keten.

In de aardappelketen is er sprake van productontwikkeling bij de zaadveredeling en in de verwerkende industrie. In beide schakels gaan, hoewel op verschillende wijze, veel aardappels verloren die geschikt zouden zijn voor de menselijke consumptie. Bij de zaadveredeling betreft dit vooral verlies van geteelde aardappels op de proefvelden. Deze proefteelt is nodig om de eigenschappen van nieuw ontwikkelde rassen in kaart te brengen.

De tweede categorie betreft voedselverspilling die optreedt tijdens het proces. Dit kan verlies zijn tijdens de teelt vanwege ziekte of weersomstandigheden, maar ook verlies van gewicht tijdens het bewaren van aardappels rekenen we hieronder. In de verwerkende industrie zien we ook veel verlies tijdens het proces waarbij restproducten ontstaan of producten vanwege kleine foutjes in het productieproces vervuild raken en daarom niet meer geschikt zijn voor menselijke consumptie.

Ten slotte zijn er meerdere verspillingshotspots die te maken hebben met de afstemming in de keten. Bij de teelt van pootgoed zien we dat er afstemming nodig is met de markt om te bepalen van welke rassen er pootgoed geteeld wordt. Daarnaast is er afstemming met de aardappelteler om duidelijk te communiceren over de hoeveelheid afgeleverde pootaardappelen. Als deze afstemming tekort schiet, treed er verlies op. Bij de teelt van de consumptieaardappelen spelen de eisen van de verwerkende industrie een grote rol. Hierdoor gaan veel ondermaatse aardappelen verloren, wat niet altijd als verspilling wordt gezien omdat deze kleine aardappelen bij voorbaat als onverkoopbaar restproduct worden beschouwd.

Een overzicht van de verspillingshotspots en hun classificering in de drie categorieën is te vinden in de onderstaande tabel.

	Productontwikkeling	Verlies tijdens het proces	Afstemming in de keten
Zaadveredeling (Hoofdstuk 2)	2.1 Productontwikkeling		
Teelt pootgoed (Hoofdstuk 3)		3.1 Kwaliteitseisen pootgoed 3.2 Bewaarverlies pootgoed	3.3 Marktafstemming 3.4 Communicatie
Teelt (Hoofdstuk 4)		4.1 Ziekte tijdens teelt 4.4 Bewaarverlies oogst	4.2 Oogstverlies 4.3 Specificaties
Verwerking (Hoofdstuk 5)	5.6 Productontwikkeling	5.2 Restproducten 5.3 Snijverlies 5.4 Procesverlies	5.1 Specificaties 5.5 Afstemming met de klant

Tabel 1 Classificering van de verspillingshotspots.

Patronen en structuren

Naast het classificeren van de verspillingshotspots, willen we ook een eerste aanzet doen voor de analyse van de onderliggende patronen en oorzaken. Waarom treedt er verspilling op en welke patronen en structuren liggen hieraan ten grondslag?

Als we kijken naar de verliezen rondom productontwikkeling, zien we dat producten die in principe geschikt zijn voor de menselijke consumptie daar niet terecht komen. Deze stroom wordt meestal beschouwd als onvermijdelijk en wordt daarom niet als voedselverspilling gezien. Ook volgens de definitie gehanteerd binnen het SIA project is het discutabel of we deze stroom tot voedselverspilling moeten rekenen, aangezien de producten oorspronkelijk niet bestemd waren voor de menselijke productie. Hoewel deze aardappels niet bestemd zijn voor menselijke consumptie, kan het wel interessant zijn om kaart te brengen waarom het nodig is zoveel aardappels te verbruiken voor productontwikkeling. Dit kan te maken hebben met het zoeken naar zekerheden of het kunnen garanderen van bepaalde kwaliteit. Er zijn immers voldoende testgegevens nodig om de eigenschappen van een nieuw aardappelras te kunnen vaststellen of te kunnen garanderen dat je productieproces van een nieuw product soepel verloopt.

De verliezen tijdens het productieproces zijn voor een deel onvermijdbaar. Je kunt hierbij denken aan gewichtsverlies door droging tijdens het bewaren of teleurstellende opbrengsten bij de oogst vanwege droogte of andere weersomstandigheden. Hoewel menselijk handelen zeker een rol kan spelen om deze verliezen te beperken, ligt de oorzaak van deze verliezen niet in bepaalde patronen of structuren. Daarnaast kunnen verliezen tijdens het proces optreden vanwege kwaliteitseisen. Vanwege die eisen kan pootgoed al vroeg in het proces worden afgekeurd. Dit verlies heeft als doel juist grotere verliezen tijdens de oogst voorkomen. Ook tijdens de verwerking kan product afgekeurd worden vanwege kwaliteitseisen. Dit garandeert dat de producten die geconsumeerd worden aan de benodigde hygiëne-eisen voldoen. Ten derde zien we dat verliezen tijdens het proces ook het gevolg kunnen zijn van de wens van de consument. Als de consument de voorkeur geeft aan aardappelproducten zonder schil of van bepaalde vorm, dan zal dat resulteren in snijverlies en een reststroom van aardappelschillen.

Laten we tenslotte ook de categorie van verspillingshotspots bekijken die het gevolg zijn van tekortschietende afstemming in de keten. Het lijkt erop dat op deze punten het ketenperspectief teveel uit het oog wordt verloren en ketenschakels zich onvoldoende realiseren dat bepaald gedrag in één schakel tot verspilling kan leiden in een andere schakel. Zo is het voor de verkoper van pootaardappels eenvoudiger om het pootgoed per gewicht te verkopen, maar zal het voor de koper handiger zijn om de knollen in aantallen te kopen. Om verliezen te verminderen, zijn ook goede voorspellingen van belang. Sommige informatie wordt namelijk pas later bekend, terwijl de benodigde actie al eerder moet worden genomen. Bij verkeerde inschattingen resulteert dit in verspilling. Dit zien we bijvoorbeeld bij het inschatten van welke rassen pootgoed geteeld moet worden of bij het maken van een productieplanning op basis van voorspellingen over de bestellingen van klant. Tenslotte zien we in het ketenperspectief ook de rol van de consument terug. De gedachte kan leven dat het uiterlijk van het product een maatstaf is voor de kwaliteit. Zo kunnen bijvoorbeeld lange rechte frieten beschouwd worden als van hogere kwaliteit dan kleine kromme frietjes. De verwerkende industrie neemt deze eisen over en zal alleen in geval van tekort ook kleinere aardappels toestaan in het productieproces.

Door de onderliggende patronen en structuren van de verspillingshotspots in kaart te brengen, krijgen we beter zicht op de oorzaak van voedselverspilling. Daarnaast kunnen deze patronen en structuren handvatten bieden om in de toekomst te kijken naar mogelijke interventies om verspilling terug te dringen.

CONCLUSIE EN DISCUSSIE

In dit rapport bestuderen we voedselverspilling in de Nederlandse aardappelketen. We brengen hiervoor de keten in kaart en identificeren per ketenschakel de belangrijkste verspillingshotspots. De Nederlandse aardappelketen kan worden onderverdeeld in de volgende ketenschakels: zaadveredeling, teelt van pootaardappelen, teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen, verwerking en retail en horeca. In dit rapport bestuderen we de keten van zaadveredeling tot aan verwerking en worden de retail en de horeca buiten beschouwing gelaten.

Per ketenschakel brengen we de verspillingshotspots in kaart. Hierbij zien we dat het veredelingsproces veel verlies met zich meebrengt. Echter, net als bij de ontwikkeling van nieuwe aardappelproducten in de verwerkende industrie, wordt dit vaak niet als voedselverspilling beschouwd, omdat deze stroom van aardappels oorspronkelijk niet bedoeld is voor menselijke consumptie. Tijdens de teelt en de verwerking van aardappels treedt ook verspilling op, soms door menselijke invloeden, maar ook door externe invloeden zoals weersomstandigheden. Ten slotte zijn er meerdere verspillingshotspots die te maken hebben met de afstemming in de keten, bijvoorbeeld vanwege onderlinge afspraken of gehanteerde specificaties.

We kunnen concluderen dat de verspillingshotspots in de Nederlandse aardappelketen zijn onder te verdelen in de volgende drie categorieën: verlies vanwege productontwikkeling, verlies tijdens het proces en verlies vanwege onvoldoende afstemming in de keten. Deze laatste categorie onderstreept het belang van ketenanalyse om voedselverspilling terug te dringen. Voedselverspilling vindt niet alleen plaats binnen individuele bedrijven, maar zeker ook wanneer opeenvolgende ketenschakels verschillende belangen hebben of onvoldoende communiceren. Daarnaast laat dit onderzoek zien dat het van groot belang is om de discussie te blijven voeren over de vraag wat nu voedselverspilling is en wat niet. De definitiekwestie komt aan de orde bij aardappels die verloren gaan in ontwikkel- en innovatietrajecten, maar ook bij het perspectief op aardappels die niet voldoen aan de eisen van de verwerker. Voor een teler kan dit onverkoopbaar restproduct zijn, maar evengoed kan dit beschouwd worden als verspilld voedsel.

Discussie

Dit onderzoek kent verschillende beperkingen. Allereerst is de analyse van de aardappelketen voornamelijk gebaseerd op literatuuronderzoek en in mindere mate op interviews. Om de processen en verspillingshotspots te valideren zou het goed zijn meerdere telers te interviewen. Voor de analyse van de verwerkende industrie is voornamelijk gebruik gemaakt van gegevens van Lamb Weston/Meijer. De verwachting is dat vergelijkbare processtappen zullen voorkomen bij andere verwerkers, maar de omvang van de voedselverspilling en de precieze hotspots kunnen verschillend zijn bij andere partijen. Een tweede beperking, die het gevolg is van de nadruk op literatuurstudie, is het feit dat er in het rapport weinig conclusies getrokken kunnen worden over de omvang van de verspilling bij de verschillende hotspots. Hierdoor is het lastig te kwalificeren welke hotspots veel verspilling tot gevolg hebben en daarom extra aandacht behoeven.

Op basis van dit rapport zien we drie interessante richtingen voor vervolgonderzoek. Allereerst is het goed als nauwkeuriger de omvang van de verspilling bij de verschillende hotspots in kaart zou worden gebracht door bij verschillende partijen metingen uit te voeren. Een tweede vervolgonderzoek zou zich kunnen richten op het in kaart brengen van de onderliggende oorzaken van verspilling bij de geïdentificeerde hotspots. Wij hebben hiervoor een eerste aanzet gedaan in Hoofdstuk 6, maar dit heeft verdere validatie, ook in samenspraak met het werkveld. Ten derde kan dit rapport aanleiding geven tot het verminderen van verspilling in de aardappelketen door één of meerdere hotspots concreet aan te pakken.

Uiteindelijk is het in kaart brengen van voedselverspilling nooit een einddoel, juist door zicht te krijgen op de verspillingshotspots kan gezocht worden naar interventies om verspilling te verminderen.

BIBLIOGRAFIE

- Bionext. (2020). *Robuuste aardappelrassen - Voor een succesvolle biologische aardappelteelt*. Opgehaald van https://bionext.nl/application/files/9515/9827/7124/AardappelBrochure2020_2.0.pdf
- Bus, C. B., Van Loon, C. D., & Veerman, S. (1996). Teelt van pootaardappelen. *PAGV, Teelthandleiding nr. 72*.
- CBS. (2020). *Nederland in cijfers*. Opgehaald van Centraal Bureau voor de Statistiek: <file:///C:/Downloads/Nederland%20in%20Cijfers%202020.pdf>
- CBS. (2022a). *Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar gemeente*. Opgehaald van Centraal Bureau voor de Statistiek: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80781NED/table>
- CBS. (2022b). *Akkerbouwgewassen; productie naar regio*. Opgehaald van Centraal Bureau voor de Statistiek: <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/7100oogs/table?ts=1660724890260>
- De Lijster, E. (2019). Opgehaald van BoerenBusiness: <https://www.boerenbusiness.nl/akkerbouw/aardappelen/artikel/10882632/waar-groeien-relatief-de-meeste-pootaardappelen>
- DLV Advies. (2020). *Rem op bewaarverlies*. Opgehaald van <https://www.dlvadvies.nl/nieuws/rem-op-bewaarverlies/1328#:~:text=Bewaarverliezen%20in%20aardappelen%20bedragen%20de,telers%20en%20partijen%20zijn%20groot.>
- Edelenbosch, R., & Munnichs, G. (2020). *De aardappel heeft de toekomst: drie scenario's over de hybride aardappel en de wereldvoedselvoorziening*. Den Haag: Rathenau Instituut.
- Garcia-Garcia, G., Stone, J., & Rahimifard, S. (2019). Opportunities for waste valorisation in the food industry – A case study with four UK food manufacturers. *Journal of Cleaner Production*, 1339-1356.
- Haverkort, A., Linnemann, A., Struik, P., & Wiskerke, J. (2022a). On Processing Potato 2. Survey of Products, Processes and Operations in Manufacturing. *Potato Research*, 1-45.
- Haverkort, A., Linnemann, A., Struik, P., & Wiskerke, J. (2022b). On Processing Potato 3: Survey of Performances, Productivity and Losses in the Supply Chain. *Potato Research*, 1-43.
- Heijboer, I. (2017). Grote kans dat het aardappeltje met schil in een restaurant een Jazzy is. *AGF*. Opgehaald van <https://www.agf.nl/article/156930/grote-kans-dat-het-aardappeltje-met-schil-in-een-restaurant-een-jazzy-is/>
- Lammerts Van Bueren, E., Hutten, R. C., & Engelen, C. J. (2016). Hevige phytophthora-uitbraak 2016 benadrukt noodzaak resistente rassen. *Aardappelwereld*.
- NAK. (2022). Opgehaald van Nederlandse Algemene Keuringsdienst: <https://www.nak.nl/publicaties/inspection-of-seed-potatoes/>

- NVWA. (2014). Opgehaald van Nederlandse Voedwel- en Warenautoriteit:
[file:///C:/Downloads/Gesneden+pootgoed+-+Overzichtsnotitie+als+toelichting+op+het+teeltvoorschrift%20\(2\).pdf](file:///C:/Downloads/Gesneden+pootgoed+-+Overzichtsnotitie+als+toelichting+op+het+teeltvoorschrift%20(2).pdf)
- NVWA. (2022a). *Integrale ketenanalyse voedselgewassen onderdeel aardappelketen*. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit.
- NVWA. (2022b). Opgehaald van Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit:
<https://www.nvwa.nl/onderwerpen/aardappelmoeheid/wat-is-aardappelmoeheid>
- Rabobank. (2019). Opgehaald van Rabobank:
https://research.rabobank.com/far/en/documents/594493_1898806_rabobank-potato-map-2019_digital.pdf
- Turner, R. (2019). *In field losses of carrots and potatoes*. Opgehaald van Project Food Heroes:
<https://www.nweurope.eu/media/11240/fh-factsheet-in-field-losses.pdf>
- Van Galen, M., Baltussen, W., Benus, M., Gardebroek, K., Herceglić, N., Hoste, R., . . . Stokkers, R. (2021). *Agro-Nutri Monitor 2021-Achtergrondrapport: Monitor prijsvorming voedingsmiddelen en analyse belemmeringen voor verduurzaming*. Wageningen Economic Research.
- Van Loon, J. (2019). *Door eendrachtige samenwerking: de geschiedenis van de aardappelveredeling in Nederland, van hobby tot industrie 1888-2018*. Doctoral dissertation, Wageningen University and Research.
- VAVI. (2022). Opgehaald van Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie:
<https://vavi.nl/nl/de-nederlandse-aardappelverwerking/>
- Veltman, J. (2022, 07 07). Afstudeerpresentatie . *Aardappelketen*. Aeres Hogeschool.