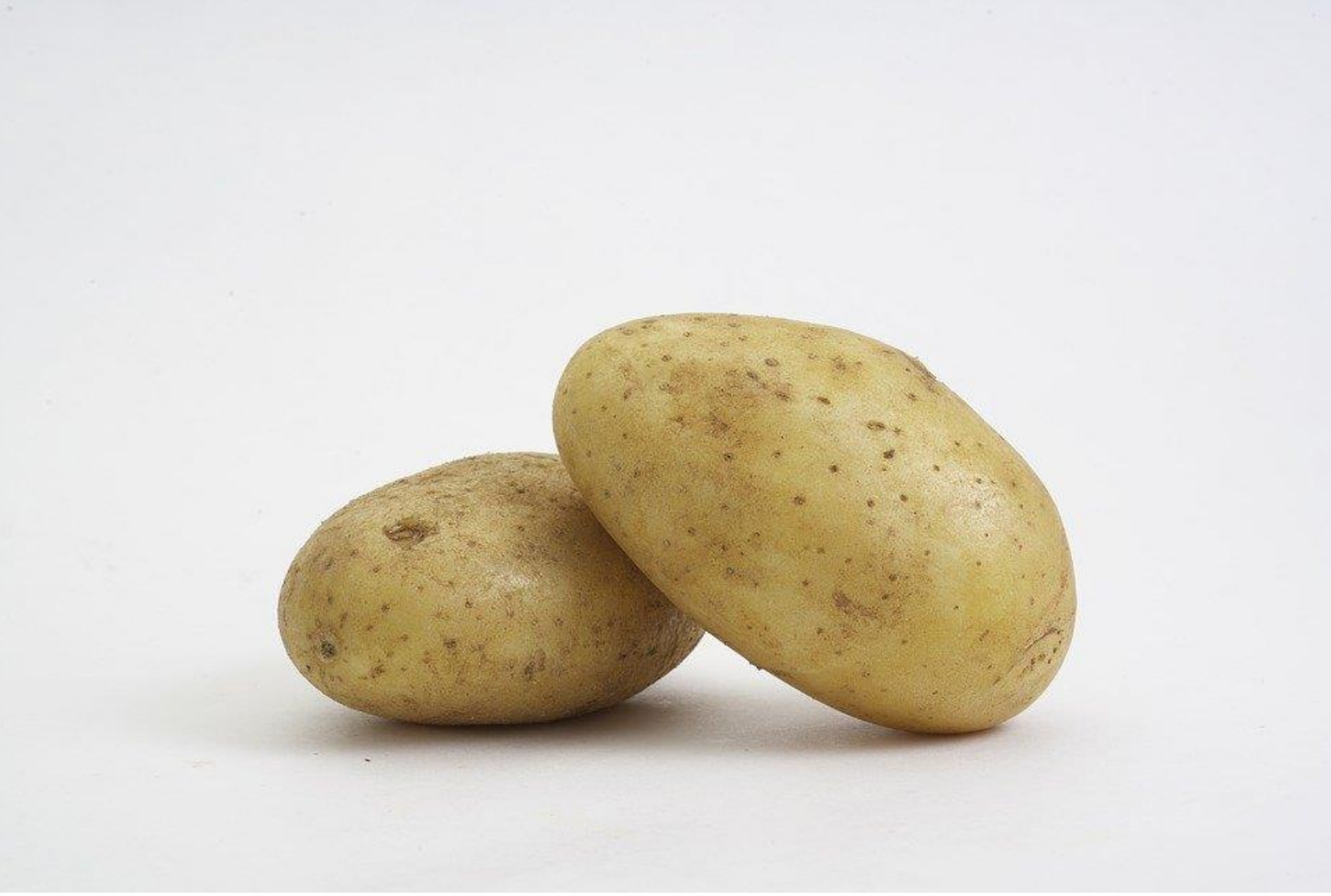
The Potato Valley

Roadmap Kringlooplandbouw The Potato Valley

Grondstoffenanalyse, hotspots en roadmap

ecoras



Auteurs:	**W. Kalsbeek, C. Krijnse Locker, S. Jurgens, A. de Wolff, (Ecoras), H. Hoogland (The Potato Valley)**		
Kwaliteitscheck/ supervisie	*S. Jurgens (Ecoras), H. Galema, H. Hoogland (The Potato Valley)*		
Versie	**Datum**	**Aanpassingen**	**Vrijgegeven intern door:**
Rapportage v1	8-12-21	Eerste conceptversie;	S. Jurgens
Rapportage v2	4-02-22	Concept eindversie, concretisering roadmap	S. Jurgens
Rapportage v3	2-3-22	Nieuwe versie adhv opmerkingen	S. Jurgens
Rapportage v4	18-3-22	Definitief concept, zonder voorwoord	S. Jurgens
Rapportage v5	2-5-22	Aanpassing bemesting + voorwoord	S. Jurgens

Voorwoord

The Potato Valley (TPV) is in 2016 opgericht om de wereldwijde toppositie van de pootaardappelteelt in het Noorden van Nederland vast te houden en verder te ontwikkelen. Een economisch vitale kringlooplandbouw in het pootaardappelgebied is het doel, in harmonie met de omgeving. Maar wat betekent kringlooplandbouw concreet voor de praktijk van de pootgoedteler en de pootaardappelketenen, die een groot deel van de productie wereldwijd exporteert? TPV initieert het ontwikkelen van kennis door onderwijs en onderzoek om de doelen te bereiken.

Een belangrijk doel in kringlooplandbouw is het meer circulair maken van het teeltsysteem. Het doel is duidelijk, de weg er naar toe nog volop in ontwikkeling. Bij kringlooplandbouw wordt (her)gebruik van regionaal beschikbare reststromen als snel genoemd. In de pootgoedsector, dat fytosanitaire risico's bij de toepassing wil uitsluiten, is dit voor een aantal reststromen nog een flinke uitdaging

TPV heeft een themateam ingesteld met daarin vertegenwoordigers van kennisinstellingen en ketenpartijen uit de pootgoedketen. Opdracht voor het themateam is te onderzoeken welke kansen er zijn voor kringlooplandbouw in de pootgoedsector en het initiëren van vervolgactiviteiten in de keten.

Als eerste stap heeft onderzoeksbureau Ecoras in opdracht van TPV de huidige situatie in beeld gebracht. Vervolgens is bekeken welke reststromen in de regio beschikbaar zijn en wellicht in de Noordelijke akkerbouw-bouwplannen gebruikt kunnen worden. Hierbij zijn ook de knelpunten vastgesteld en zijn mogelijke oplossingen verkend.

Met deze informatie is het themateam aan de slag gegaan en zijn een aantal kansrijk geachte sporen voor de ontwikkeling van kringlooplandbouw geïdentificeerd die kunnen bijdragen aan het sluiten van de kringloop op- een zo laag mogelijk schaalniveau. Dit werk begint op het bedrijf van de pootgoedteler, bij de teelt, maar ook opslag en transport van pootgoed naar nationale en internationale bestemmingen is van belang.

Het rapport laat zien dat de beste mogelijkheden voor het ontwikkelen van kringlooplandbouw liggen op het gebied van bodem en bemesting, energieverbruik, brandstofgebruik in de teelt en bij het 'verpakken' en transporteren van pootgoed.

Ik wens u veel plezier bij het lezen van dit rapport en nodig u van harte uit om mee te denken en te doen in het vervolg.

Harm Brinks, Delphy

Voorzitter thematheam kringlooplandbouw

The Potato Valley

Inhoudsopgave

Voorwoord **3**
Inhoudsopgave **4**
1. Introductie **6**
1.1. Definities kringlooplandbouw 6
1.1.1. Schaalniveau 7
1.2. Leeswijzer 7
2. Huidige situatie **8**
2.1. Beschrijving aanpak 8
2.2. Grondstofstromen analyse 10
2.3. Impacts & Hotspots 17
2.4. Conclusies 21
2.4.1. Grondstofstromen – wat er opvalt 21
2.4.2. Impact – wat er opvalt 22
2.4.3. Aanknopingspunten voor The Potato Valley 22
3. Inventarisatie reststromen **24**
3.1. Beschikbare reststromen in de regio 24
3.2. Vraag en aanbod: Agrifuture als voorbeeld 26
4. Roadmap kringlooplandbouw Potato Valley **28**
4.1. Bemesting en Grondverbetering 31
4.1.1. Knelpunten 31
4.1.2. Oplossingen 34
4.2. Energie 38
4.2.1. Knelpunten 39
4.2.2. Oplossingen 39
4.3. Brandstof - Teelt 42
4.3.1. Knelpunten 42
4.3.2. Oplossingen 44
4.4. Verpakkingen 46
4.4.1. Knelpunten 47
4.4.2. Oplossingen 47
4.5. Transport 50
4.5.1. Knelpunten 50
4.5.2. Oplossingen 51
4.6. Toekomstige Ontwikkelingen 53
4.1. Overzicht maatregelen en Roadmap 58
5. Conclusies en aanbevelingen **59**
5.1. Visie kringlooplandbouw The Potato Valley 60
6. Referenties **63**
7. Bijlagen **68**

7.1. Bouwplan 68
7.2. Bemestingsplan 68
7.3. Gewasbeschermingsmiddelen 69
7.4. NPK-Balans 69
7.5. Bodemvoorraad Organische Stof 70
7.6. Levenscyclusanalyse – de methodiek 70
7.7. Impact methodes – van emissie naar impactcategorie 71
7.8. Omschrijving van de geselecteerde grondstofstromen 72
7.9. Uitgeselecteerde grondstofstromen 76
7.10. Vragen en resultaten enquête Kringlooplandbouw 77

1. Introductie

In de noordelijke kleigebieden in Fryslân en Groningen vormt de teelt van pootaardappelen de spil van het akkerbouwsysteem. Deze regio neemt met 8 % van de mondiale export van pootaardappelen (naar meer dan 90 landen) een absolute toppositie in. Om deze toppositie te behouden en te versterken is hoogwaardige kennisontwikkeling nodig. Wereldwijd is er een toenemende vraag naar aardappelen. Er liggen echter ook grote uitdagingen voor de sector op het gebied van klimaat, bodem, verzilting, gewasbescherming en de kwaliteitseisen van het pootgoed.

Om hieraan tegemoet te komen is The Potato Valley opgericht, als kennisplatform voor pootaardappelen. Het doel van het platform is een economische vitale kringlooplandbouw in harmonie met de omgeving. Daarin is de samenwerking tussen onderwijs, onderzoek, ondernemers en overheid belangrijk, met duurzaamheid als uitgangspunt.

Vanuit Stichting The Potato Valley en haar leden bestaat er de behoefte om de teelt te verduurzamen, onder andere door het sluiten van de grond- en hulpstof kringlopen. Belangrijke drijfveren zijn onder andere:

- een veranderende markt (zowel beleid en maatschappelijk)
- de vraag en aanbod aan nutriënten op langere termijn
- het op peil houden van de bodemvruchtbaarheid
- economische ontwikkeling.

Specifieke aandachtspunten in dit thema zijn o.a. het verminderen van de inzet van (kunst)meststoffen en bestrijdingsmiddelen, het lokaal sluiten van kringlopen en het in kaart brengen van kansen en risico's voor de transitie naar kringloop in de keten.

Onderstaande hoofdvraag was leidinggevend voor de richting van het onderzoek:

Hoe maken we kringlopen van grond- en hulpstoffen die gebruikt worden in de pootaardappelketen sluitend op een zo laag mogelijk schaalniveau in de noordelijke kleischil, het pootgoedgebied van de provincies Groningen en Fryslân, zonder fytosanitaire gevolgen.

Daarbij was de expliciete wens om het onderzoek niet te beperken tot enkel de teelt van pootaardappel, maar een bredere kijk op de keten te geven.

1.1. Definities kringlooplandbouw

Het sluiten van de kringlopen is een ambitie die goed past bij de term kringlooplandbouw. Deze term kan echter wel op verschillende manieren worden gedefinieerd. Volgens Van Ittersum & De Boer (WUR) wordt de kringlooplandbouw als volgt omschreven:

Landbouw die zich volledig richt op het produceren van voeding voor menselijke consumptie en dat de productie van reststromen zoveel mogelijk vermeden moet worden, dan wel slim teruggebracht moeten worden in het systeem. De kringloop op bedrijfsniveau sluiten is te smal. De stip op de horizon ligt verder dan dat: op landelijk niveau of West-Europees niveau.

Het ministerie van LNV omschrijft de kringlooplandbouw dan weer als volgt:

Bij kringlooplandbouw komt zo min mogelijk afval vrij, is de uitstoot van schadelijke stoffen zo klein mogelijk en worden grondstoffen en eindproducten met zo min mogelijk verliezen benut.

- ***Voedselproductie met minimale onnodige verliezen**.*
- *Landbouw, tuinbouw en visserij in een **circulair systeem**.*
- *In 2030 zijn kringlopen **zo laag mogelijk schaalniveau gesloten**, regionaal, nationaal of internationaal.*

- ***Grondstoffen en reststromen gebruik uit elkaars ketens*** *(akkerbouw, veehouderij en tuinbouw, voedingsmiddelenindustrie en voedingsketens). Gewasresten, voedselresten, procesafval en mest worden* ***opnieuw benut*** *of verwerkt tot nieuwe producten.*
- ***Zo weinig mogelijk energiegebruik*** *en* ***zo veel mogelijk hernieuwbare energiegebruik****.*

In het *plan van aanpak* van The Potato Valley is de definitie van LNV vertaald en als volgt opgenomen: *Van voortdurende verlaging van de kostprijs van producten naar voortdurende verlaging van het verbruik van grondstoffen. De kringlopen van grondstoffen en hulpbronnen van de pootaardappelketen op een zo laag mogelijk schaalniveau sluiten.*

1.1.1. Schaalniveau

Naast de definitie van kringlooplandbouw zijn er ook verschillen op welk gewenst schaalniveau de kringloop idealiter zou moeten worden gesloten. Daar aan gerelateerd zit ook een verschil in perspectief. Een teler kijkt bijvoorbeeld op een ander niveau naar kringlooplandbouw dan iemand die op een hoger schaalniveau in de keten zit. Een aantal leden van The Potato Valley was gevraagd om hun kijk op de kringlooplandbouw te geven en daarmee samenhangend het schaalniveau waarop dat zou moeten plaatsvinden. Dit zijn geen standpunten van de organisaties maar punten om een beeld te kunnen schetsen tussen de verschillende zienswijzen die er bestaan:

Terra: “Een bedrijf zo veel mogelijk zelfvoorzienend maken, zo weinig mogelijk van extern halen. Aandacht voor de natuur, minder chemie.“

Delphy: “Sluiten van mineraalstromen op niveau van teler, samenwerken met veehouderij, gebruik van reststromen uit de regio. Duurzaam bodembeheer”

SPNA: “Kringlopen per onderdeel sluiten. Experiment zonder aanvoer geeft nog lagere opbrengst, fosfaat is limiterend. Kunstmest komt nu vanuit het buitenland.”

Rabobank: “Akkerbouw waarin efficiënt met grondstoffen wordt omgegaan, door de optimale benutting van eindige grondstoffen met minimale uitstoot van schadelijke stoffen naar de omgeving centraal te stellen. Vier belangrijke elementen daarin zijn: het verhogen van de kwaliteit van de bodem; het gebruik van eindige grondstoffen beperken; emissie van schadelijke stoffen minimaliseren; en biodiversiteit verhogen.”

HZPC: “Bredere kijk op kringlooplandbouw hanteren. Is het mogelijk om in Nederland de keten te sluiten? Hier kunnen we goed en gezond pootgoed maken, waar men dat in andere regio’s niet kan. Wel minimaliseren van emissie uit gewasbeschermingsmiddelen en een maximum aan het gebruik van fossiele hulpbronnen”.

Schaalniveaus:

1.2. Leeswijzer

Deze rapportage is als volgt opgebouwd: In hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van The Potato Valley beschreven om de huidige grondstofstromen en impact in kaart te brengen. Op basis van de uitkomsten wordt er in hoofdstuk drie gekeken naar aanknopingspunten in de toekomst. In hoofdstuk vier worden de conclusies gegeven en in hoofdstuk vijf wordt er een visie geschetst over de toekomst van The Potato Valley.

2. Huidige situatie

Voordat er kan worden gekeken naar acties en maatregelen om de keten binnen de pootaardappelsector van The Potato Valley meer te sluiten moet eerst de huidige situatie in kaart worden gebracht. Op basis van deze '*nul-situatie*' kan er enerzijds worden geïdentificeerd waar kansen liggen en anderzijds biedt dit ook een meetmoment waar effecten van toekomstige maatregelen kunnen worden vergeleken met de huidige situatie. Voor de situatieschets is er gekeken naar grondstofstromen en de bijbehorende impacts binnen de keten van The Potato Valley.

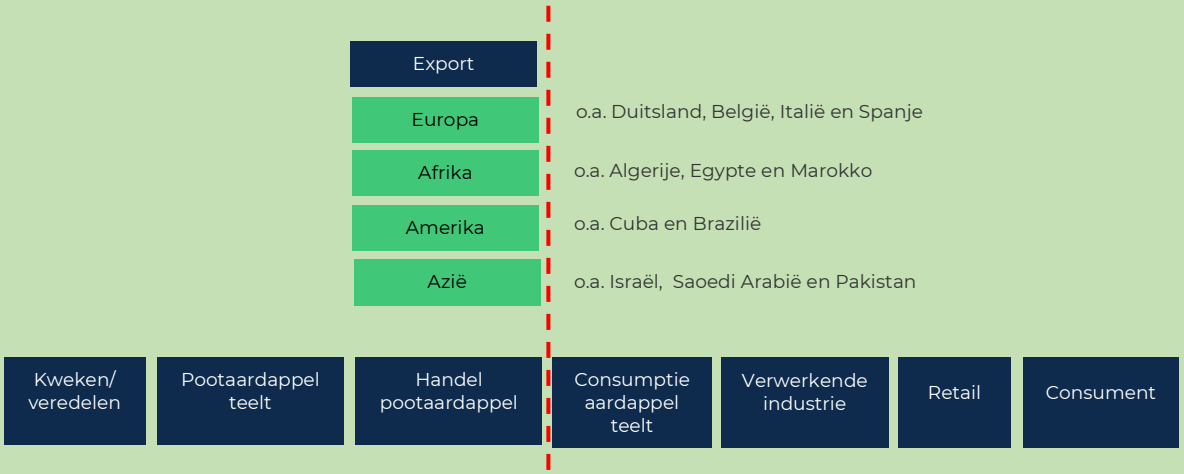
2.1. Beschrijving aanpak

Grondstofstromen

Het gebied van The Potato Valley omvat de kleischil van Groningen en Friesland (landbouwgebieden Bouwhoek & Hogeland). Deze is als basis genomen voor de verdere inventarisatie. Om de impact van de pootaardappel in relatie tot de overige teelten te schetsen is er een generiek bouwplan opgesteld voor de hele regio. Op basis van dit plan zijn de benodigde in- en outputs in kaart gebracht. Hiervoor is gebruik gemaakt van literatuur en aanvullingen vanuit de leden van The Potato Valley. In de analyse zijn de onderdelen meststoffen, groenbemester, zaaigoed, brandstof, beregening, elektriciteit, verpakkingsmateriaal, de pootaardappelstromen (hercirculatie en uitval/afkeur NAK) en transport (bewegingen en export) meegenomen.

De Pootaardappelketen

Dit onderzoek heeft als hoofdfocus het in kaart brengen van de pootaardappelketen, hieronder schematisch uitgewerkt:



Op het niveau van teelt wordt daar het systeem uitgebreid naar het gehele bouwplan. Verder wordt aandacht geschonken aan de stappen en inputs die nodig zijn voorafgaand aan de teelt (rode stippellijn geeft de grens weer). Ook wordt stilgestaan bij impacts en de keten na de teelt: export en vervolgteelt + consumptie (dit wordt geadresseerd in de impactparagrafen)

Impact

Naast het in kaart brengen van de grondstofstromen is er ook gekeken naar de huidige impact van de pootaardappelketen binnen het gebied van The Potato Valley. Zowel bij het bepalen van de grondstofstromen als bij de impact moeten er keuzes worden gemaakt waar de grenzen van de analyse worden getrokken. De impactanalyse die hier is uitgevoerd bouwt voort op de geïnventariseerde grondstofstromen. Daarbij is de scope afgebakend als volgt: alle benodigde grondstoffen, activiteiten en overige inputs (zoals energie) die direct

toe te rekenen zijn aan de pootaardappelketen van The Potato Valley worden meegenomen. Focus is gelegd op klimaatverandering als impactcategorie die de uitstoot van broeikasgassen zoals CO_2, CH_4 en N_2O omvat. Voor de toediening van gewasbeschermingsmiddelen is een andere methode van de WUR (Agrimatie, 2021) gekozen, namelijk Milieubelastingspunten (MBP).

Meten van milieu impact

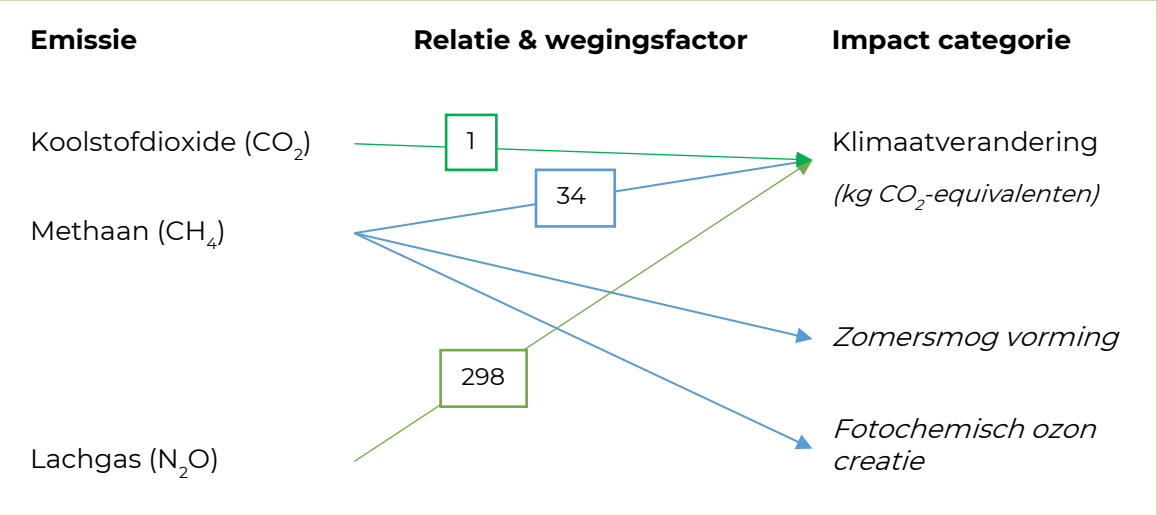
Het meten van de impact op het milieu is een breed begrip. Er kan worden gekeken naar de uitstoot van broeikasgassen (de meest bekende), maar er kan ook worden gekeken naar de hoeveelheid fossiele brandstof die wordt gebruikt, of het aandeel aan verzuring (van bijvoorbeeld water of bodem). Deze begrippen worden ook wel impactcategorieën genoemd. Per categorie zijn emissies gedefinieerd die meetbaar zijn, zoals bijvoorbeeld de uitstoot van broeikasgassen zoals koolstofdioxide (CO_2)

Resultaten van de analyse geven inzicht in de *hotspots* van de keten: punten die aangeven waar de grootste milieuwinst mogelijkerwijs behaald kan worden wanneer deze worden geadresseerd.

Verdieping: Van emissie naar impact categorie

Om tot een resultaat te komen voor een impact categorie zijn emissies nodig. Hiervoor zijn emissies gedefinieerd die bijdragen aan een van deze categorieën. Hiervoor zijn vaak meerdere emissies die hierbij passen. In het voorbeeld van broeikasgassen (categorie: Klimaatverandering) zijn er meerdere emissies die hier aan kunnen bijdragen. De bekendste is koolstofdioxide (CO_2), maar ook gassen zoals methaan (CH_4) en lachgas (N_2O) dragen bij aan klimaatverandering.

Om de impactcategorie klimaatverandering te kwantificeren, worden alle gassen uitgedrukt in CO_2-equivalenten. Voor methaan zou dit betekenen dat voor elke uitgestoten kilogram, er 34 keer zoveel CO_2 zou moeten worden uitgestoten om hetzelfde effect op klimaatverandering te krijgen. Wanneer er gesproken wordt over equivalenten kan er dus worden gezien dat er meerdere stoffen achter het gerapporteerde getal weergegeven word. Zie ook bijlage 7.7 voor meer informatie.



Figuur 1 Schematisch overzicht om de relatie tussen emissies en impact categorieën weer te geven. Wegingsfactoren komen uit de methodiek van ReCiPe (Huijbregts M.A.J. et al., 2016)

2.2. Grondstofstromen analyse

De akkerbouw in Bouwhoek en Hogeland is gebaseerd op een één op drie rotatieplan volgens de opzet van bijlage 7.1. Bouwplan. Hierbij vindt de teelt van pootaardappelen, wintertarwe, bladrammenas, suikerbieten en zaaiui plaats. De rotatieteelt beslaat jaarlijks 46 052 ha gebaseerd op een bijdrage van de pootaardappel van 15 351 ha.

Voor de groei van de gewassen zijn inputs in de vorm van nutriënten nodig. Deze nutriënten kunnen als gift (Tabel 2) gegeven worden d.m.v. dierlijke meststoffen, kunstmeststoffen en gewasresten (Bijlage: 7.2 Bemestingsplan). De hoeveelheid van de respectievelijke meststoffen is gebaseerd op deze giften.

Tabel 1: Norm en input waarden voor de bemesting van de gewassen binnen het bouwplan

Gewas	**Pootaardappel**		**Wintertarwe**		**Groenbemester**		**Suikerbiet**		**Zaaiui**	
Nutriënt	Norm (kg/ha)	Input (kg/ha)	Norm (kg/ha)	Input (kg/ha)	Norm (kg/ha)	Input (kg/ha)	Norm (kg/ha)	Input (kg/ha)	Norm (kg/ha)	Input (kg/ha)
N	120	120	245	200	-	14	150	150	170	227
P2O5	60	35	0	63	-	7	60	56	60	60
K2O	180	165	0	227	-	18	60	150	180	180

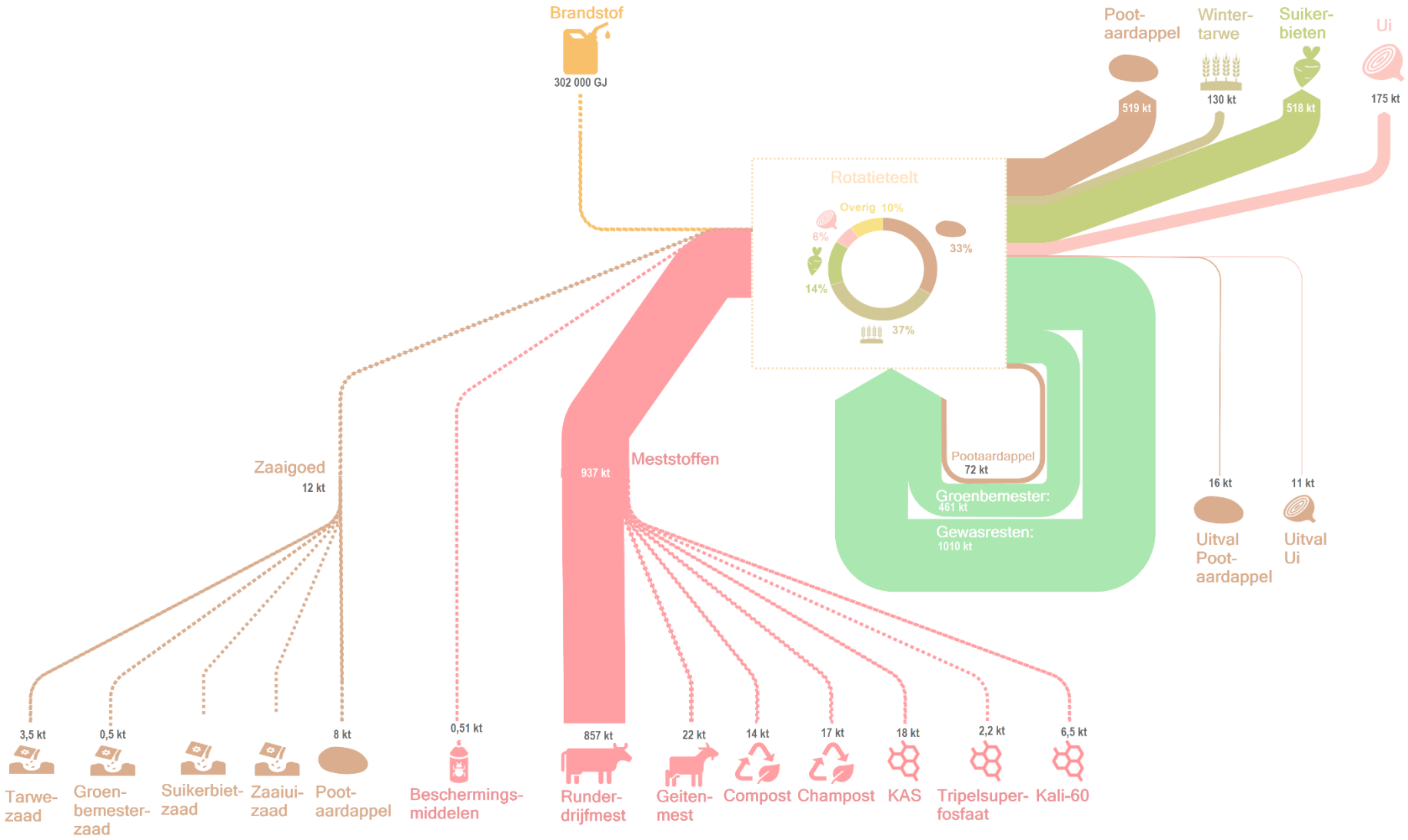
Het zaaigoed voor het groeien van nieuwe gewassen is opgesplitst in de benodigde hoeveelheden per soort zaaigoed(van der Voort, 2018). Een gedeelte van de benodigde pootaardappelen worden gegeven door wat er opgeslagen is op het bedrijf en een klein gedeelte dat gekocht wordt. Er is ook sprake van een benodigde hoeveelheid brandstof voor het aansturen van de machinerie en energie voor koeling en sortering (van der Voort, 2018). Daarnaast worden gewasbeschermingsmiddelen (Bijlage: 7.3 Gewasbeschermingsmiddelen) aangevoerd ter bescherming van de gewassen tegen schadelijke organismen.

De productie van de gewassen, behalve de pootaardappel, is gebaseerd op productie per hectare uit de KWIN-AGV 2018. Het gemiddelde totale areaal dat gebruikt werd voor de teelt van de pootaardappel is genomen over de jaren 2016 tot 2020, met uitzondering van 2018 (i.v.m. de uitzonderlijke kenmerken van dat jaar). De uitval van de pootaardappel is gebaseerd op een gemiddelde van de NAK-data (2016 tot 2020, met uitzondering van 2018). De uitval van de zaaiui is afgeleid van data van het CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek, n.d.). Bij het oogsten van de gewassen komen vervolgens ook nog gewasresten vrij (Zwart et al., 2004b).

Tabel 2: Bemestingsstoffen per gewas binnen het roterende bouwplan van The Potato Valley. De pootaardappel krijgt dus ook inputs uit de vorige rotatieronde. DS staat voor Droge Stof en geeft aan dat de droge stof waarde wordt weergeven. Voor suikerbiet, wintertarwe en zaaiui in het derde jaar zijn voor de gewasresten de droge stof van de groenbemester ook meegerekend.

Gewas	**Pootaardappel**		**Wintertarwe**		**Groenbemester**		**Suikerbiet**	
Meststof	Input (ton/ha)	Totaal (kton)	Input (ton/ha)	Totaal (kton)	Input (ton/ha)	Totaal (kton)	Input (ton/ha)	Totaal (kton)
KAS	0,444	6,82	0,370	5,68	-	-	0,370	2,39
Tripelsuperfosfaat	0,078	1,20	-	-	-	-	0,125	0,806
Kali 60	0,275	4,22	-	-	-	-	0,250	1,612
Geitenmest	-	-	-	-	1,4	22	-	-
Rundveedrijfmest	-	-	42	645	-	-	-	-
Champost	-	-	-	-	-	-	-	-
Compost	-	-	-	-	-	-	-	-
Gewasresten (DS)	4,6	70,5	4,2	64,5	-	-	9,5	49,6

Gewas	**Zaaiui**		**Wintertarwe**		**Totaal**
Meststof	Input (ton/ha)	Totaal (kton)	Input (ton/ha)	Totaal (kton)	Meststoffen (kton)
KAS	0,470	1,73	0,259	1,35	18
Tripelsuperfosfaat	0,049	0,181	-	-	2,2
Kali 60	0,172	0,634	-	-	6,5
Geitenmest	-	-	-	-	22
Rundveedrijfmest	-	-	42	212	857
Champost	4,5	16,6	-	-	17
Compost	3,9	14,4	-	-	14
Gewasresten (DS)	9,5	61,2	9,5	35,0	281



Figuur 2: Bouwplan pootaardappelrotatieteelt met benodigde grondstofstromen. In dit figuur zijn twee eenheden gebruikt: GJ voor energie en kton voor gewichtstromen.

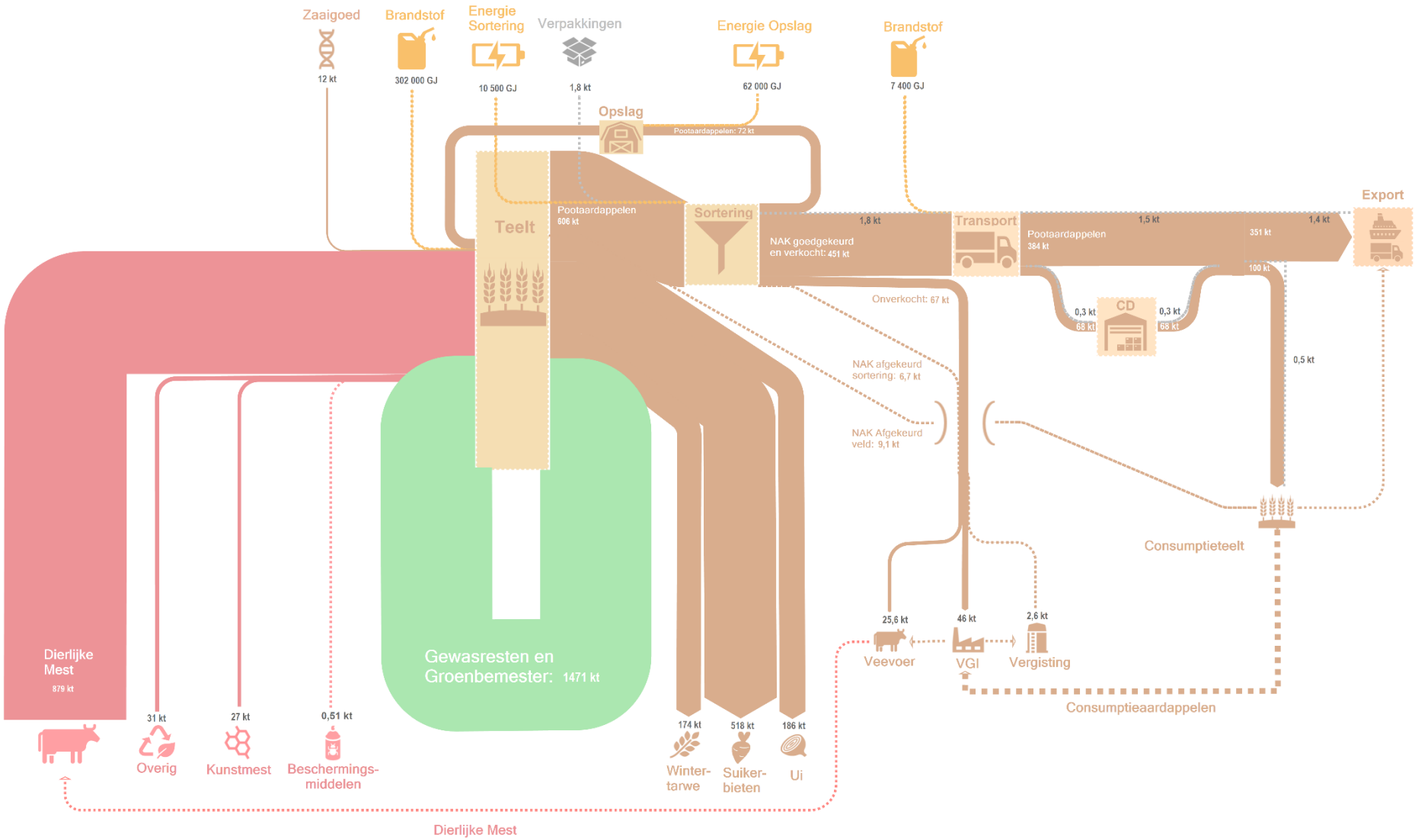
De teelt zoals beschreven in Figuur 2 ligt aan de grondslag van de pootaardappel keten binnen de regio's Bouwhoek en Hogeland. De pootaardappelketen beslaat niet alleen de teelt, maar ook wat er na het verbouwen van de gewassen gebeurt.

Zo is er tijdens de teelt sprake van een veldkeuring door de NAK waarbij is aangenomen dat het afgekeurde areaal doorgeteeld wordt tot consumptieaardappelen. Tijdens de sortering is er ook sprake van een NAK-keuring waarbij het afgekeurde gedeelte wordt afgevoerd naar de voedingsmiddelindustrie (2/3), als veevoer wordt toegepast (1/3) of wordt vergist (klein percentage). De fractie die naar de voedingsmiddelenindustrie gaat, wordt afgezet als consumptieaardappelen. Hierbij gaat het naar de fritesindustrie, retail of vlokkenindustrie. Hier is de sector die de pootaardappelen als veevoer afneemt ook de sector die verantwoordelijk is voor de levering van dierlijke meststoffen. Een gedeelte van de gesorteerde pootaardappelen(van der Voort, 2018) wordt op het akkerbouwbedrijf opgeslagen waar een energie consumerend koelsysteem(van der Voort, 2018) aan te pas komt. De productie van de andere gewassen is gebaseerd op de productiviteit van het gewas per hectare gegeven door KWIN-AGV 2018(van der Voort, 2018). De goedgekeurde pootaardappelen worden verpakt in jute zakken of big bags (polypropyleen) of worden los-gestort in vrachtwagens die direct aan de consumptieteler leveren (Back, n.d.). Er is dan sprake van transport, waar brandstof voor nodig is (gebaseerd op een berekening met maximale belading), naar een lokale/nationale locatie. Een gedeelte van de pootaardappelen (15%) gaat eerst naar de centrale distributie waar ras-samenstellingen op afnemersspecificatie worden verladen.

Van de totale stroom aan pootaardappelen wordt er ~78% (gemiddelde 2018 – 2020, data HZPC) geëxporteerd. Hier worden de aardappelen die naar binnen en buiten Europa gaan, getransporteerd via vrachtwagen en scheepstransport (vanuit voornamelijk Beverwijk en wat naar Algerije gaat via Harlingen) respectievelijk. Vaak regelen de afnemers binnen Europa het transport zelf. Wat niet geëxporteerd wordt, wordt gebruikt voor de teelt van consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen op nationaal niveau. Deze consumptieaardappelen worden vervolgens toegepast binnen de voedingsmiddelenindustrie (VGI, maar ook direct verkocht aan derden). Binnen dit systeem zijn al drie kaders te constateren. Het eerste kader is waar de teelt plaatsvindt, namelijk binnen de grenzen van Friesland en Groningen (The Potato Valley). Het tweede kader betreft wat er gebeurt binnen de Nederlandse grenzen, namelijk een gedeelte van het transport en de consumptieteelt. Het derde kader is het internationale kader, waarbij het internationale transport van belang is.

Disclaimer – Transport

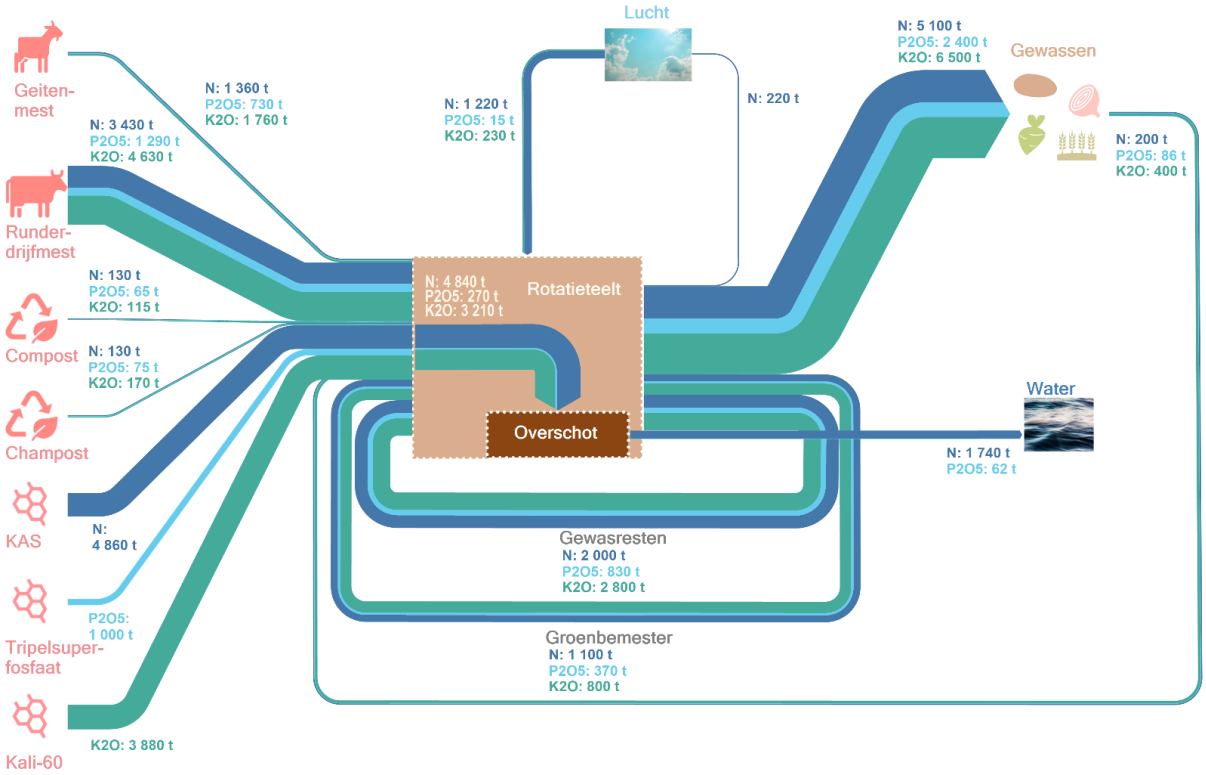
De gehele exportketen is in zijn totaliteit toegekend aan de impacts van The Potato Valley. Er kan worden bediscussieerd in hoeverre landen die de pootaardappelen ontvangen ook verantwoordelijk moeten zijn voor een deel van de impacts gemaakt in de pootaardappelketen.



Figuur 3: Pootaardappelketen van lokaal tot internationaal kader. In dit figuur zijn twee eenheden gebruikt: GJ voor energie en kton voor gewichtstromen.

Binnen de balans van de NPK is sprake van een aanvoer en een afvoer van nutriënten. Tot de aanvoer behoren de nutriënten geleverd door de meststoffen (Bijlage: 7.2. Bemestingsplan), de gewasresten (van het voorgaande jaar), de groenbemester (van het voorgaande jaar), de vastlegging/depositie uit de lucht en wat verder nog door het aardappelpootgoed wordt aangevoerd. Tot de afvoer behoren de denitrificatie, de uitspoeling en wat de gewassen, gewasresten en groenbemester opnemen en meenemen. Deze nutriëntenbalans is weergegeven in figuur 4.

Er is sprake van depositie van stikstof door luchtdepositie, stikstoffixatie en ammoniafixatie en depositie van P2O5 en K2O uit aërosolen. Binnen deze balans is er sprake van een NPK-overschot, waarvan een gedeelte uitspoelt met water. Daarnaast is er sprake van een NPK overschot over het totale areaal van The Potato Valley (46052 ha). Het NPK-overschot bedraagt 105 kg N/ha, 5,8 Kg P_2O_5/ha en 70 kg K_2O/ha voor deze regio (Bijlage: 7.4 NPK-Balans).

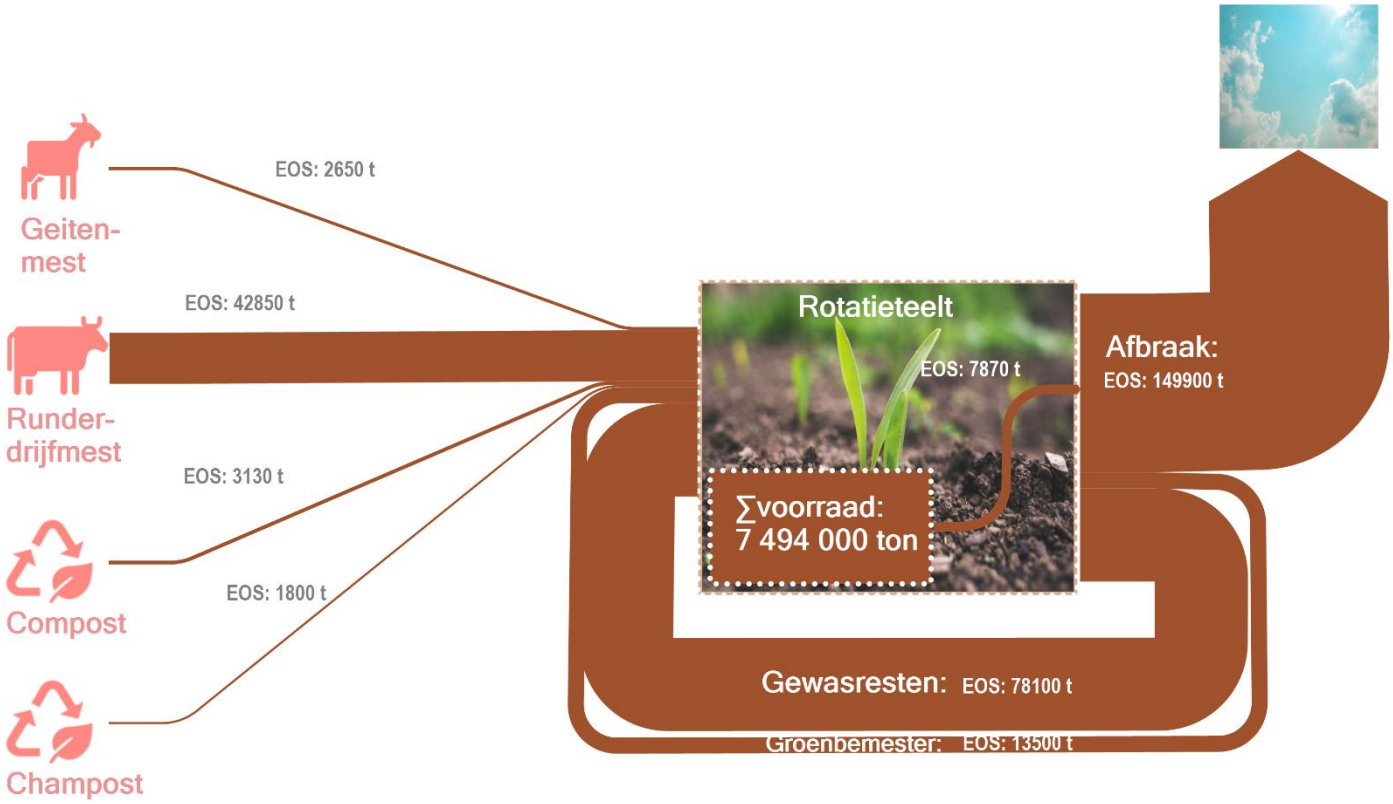


Figuur 4: Nutriëntenbalans binnen het bouwplan van de pootaardappel

Een andere balans die essentieel is binnen de teelt van gewassen is de aanvoer en afvoer van effectieve organische stof (EOS). De aanvoer van effectief organische stof betreft de EOS aangevoerd door de meststoffen, de gewasresten (gegenereerd uit de C in de atmosfeer!) en de groenbemester(Handboek Bodem & Bemesting, n.d.). De afvoer van effectief organische stof betreft de afbraak van EOS die verdwijnt door mineralisatie/stabilisatie(Handboek Bodem & Bemesting, n.d.) in de vorm van gassen (C79O_2, CH_4 en N_2O) of wordt opgelost in water (bijvoorbeeld H_2CO_3). In dit geval geeft het Rothamstedt Model(Coleman & Jenkinson, 2014) aan dat op lange termijn alle afbraak vrijkomt als CO_2 en een verwaarloosbaar deel als inorganisch materiaal (de hoeveelheid opgenomen CO_2 in Figuur 5 is uitgedrukt in organische stof equivalenten). Verder lost een verwaarloosbaar deel van de CO_2 op in (grond)water.

Programma's zoals CoolFarmTool of Demeter en literatuur geven de onderlinge verdeling van de emissies niet verder aan (N_2O uitstoot wel, maar CO_2, CH_4, en uitspoeling worden niet berekend). De hoeveelheden EOS zijn berekend op basis van de omvang van de totale stroom en de inhoud EOS of de EOS per hectare. Er is aangenomen dat er sprake is van een afbraak van ~2,0% voor zeeklei, wat resulteert in het verdwijnen van 3 255 kg EOS/ha op

basis van de bodemvoorraad. Daarmee lijkt sprake van een negatieve EOS balans (-7 870 t/jaar op een bodemvoorraad van 7 494 000 ton) over het totale areaal van The Potato Valley (46 052 ha)[1]. De beschikbare data en scope (gehele TPV regio) zorgen echter voor een mate van onzekerheid waardoor deze conclusies niet getrokken kan worden. Wel lijkt het overeen te komen met ander onderzoek (Conijn & Lesschen 2015); een balans tussen de -200 en 200 kg/ha boor bouwland in de TPV regio.



Figuur 5: Effectief Organische Stof balans binnen het bouwplan van de pootaardappel

Disclaimer – Organisch stof balans

Vanuit een gemiddeld bedrijf is het omgerekend naar het generale bouwplan van TPV. Deze is afhankelijk van inputs met organisch stof. Keuzes in de ene stof kan resulteren in een positieve balans, een andere in een negatieve.

[1] Berekend op basis van richtlijnen van het IPCC (Bijlage 7.5 Bodemvoorraad Organische Stof)

2.3. Impacts & Hotspots

Het belang van een nul-situatie

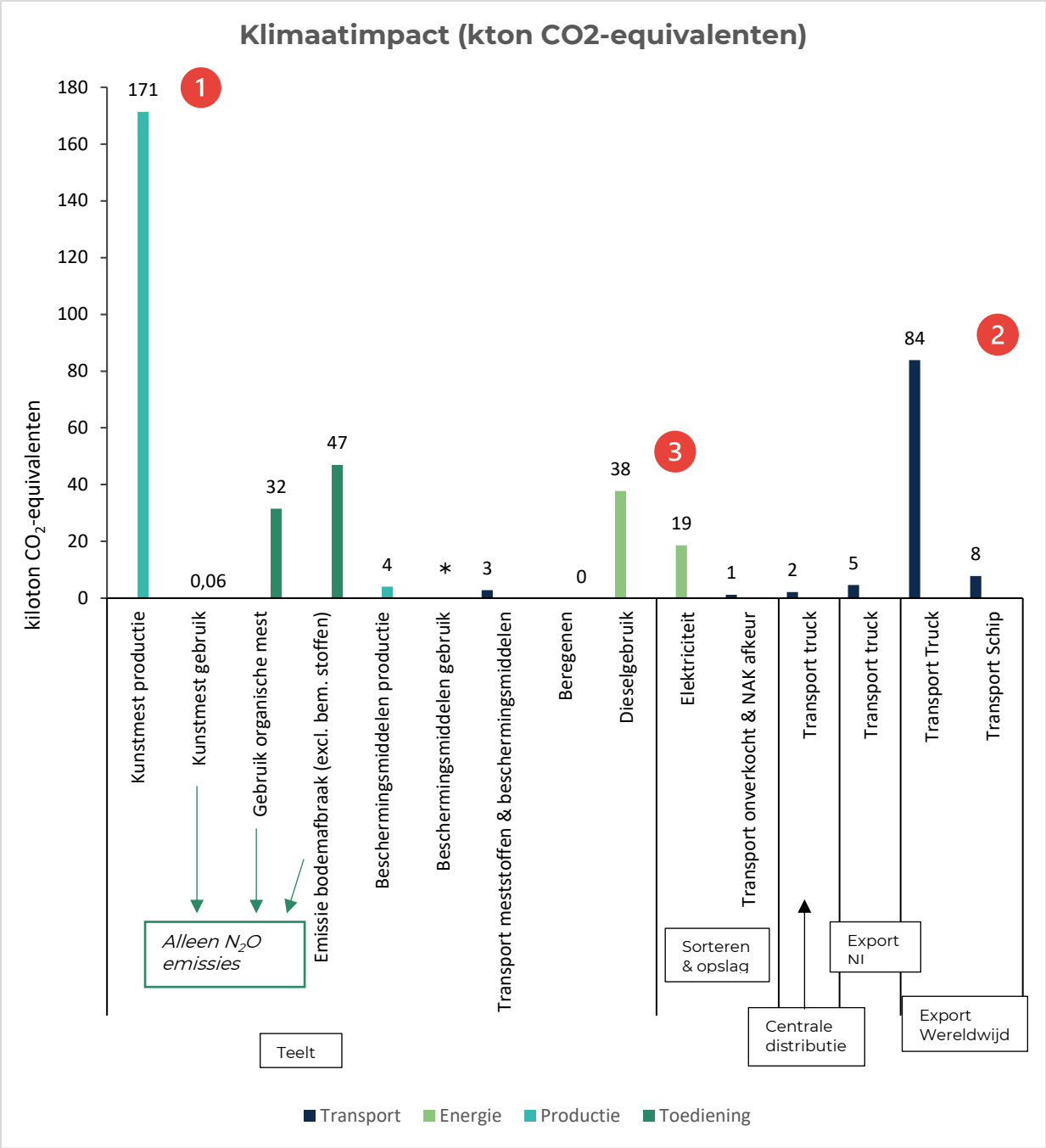
Voordat er aan de slag kan worden gegaan met het doen van aanpassingen in de keten van The Potato Valley is het van belang eerst te weten wat de huidige situatie is. Wanneer dit in kaart is gebracht, is duidelijk waar in de keten de grootste impacts plaats vinden en waar dus mogelijkerwijs het beste maatregelen kunnen worden genomen. Tevens biedt het meten van een nul-situatie een ijkpunt waar in de toekomst mee kan worden vergeleken om te zien of de maatregelen daadwerkelijk effect hebben.

De huidige impact van The Potato Valley

Het resultaat van de impact analyse is weergegeven in figuur 6. Dit figuur omvat alle impacts op klimaatverandering en is opgedeeld in de verschillende ketenstappen die horen bij de pootaardappel: de teelt (gehele bouwplan), sortering en opslag, centrale distributie en de export binnen Nederland en naar het buitenland.

Er zijn drie punten die sterk uit de analyse naar voren komen. Ten eerste is de impact voor de productie van kunstmest erg hoog in vergelijking met de impact van andere ketenstappen. Daarnaast valt ook het dieselgebruik voor de teelt op. Als laatste komt ook de export sterk naar voren, waarvan het transport per vrachtwagen een zeer groot aandeel heeft. De toediening van kunstmest is daarentegen laag, net als het transport van NAK afkeur & onverkocht en transport naar de Centrale Distributie. Beregening is bekeken, maar dit vindt niet plaats en is daarom op nul gezet. De gewasbeschermingsmiddelen staan in deze grafiek ook op nul maar is beoordeeld volgens een andere methode en is weergeven in figuur 7.

De totale impact van de keten (opgetelde emissies) komt uit op 412,7 kiloton CO_2-equivalenten.

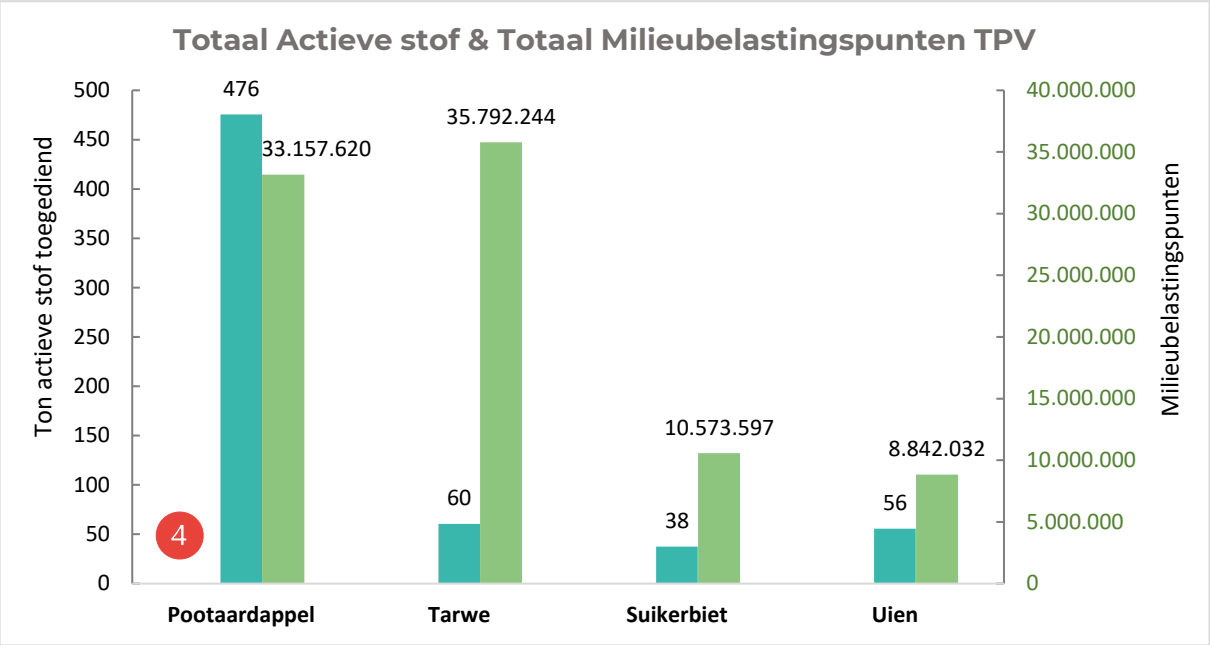


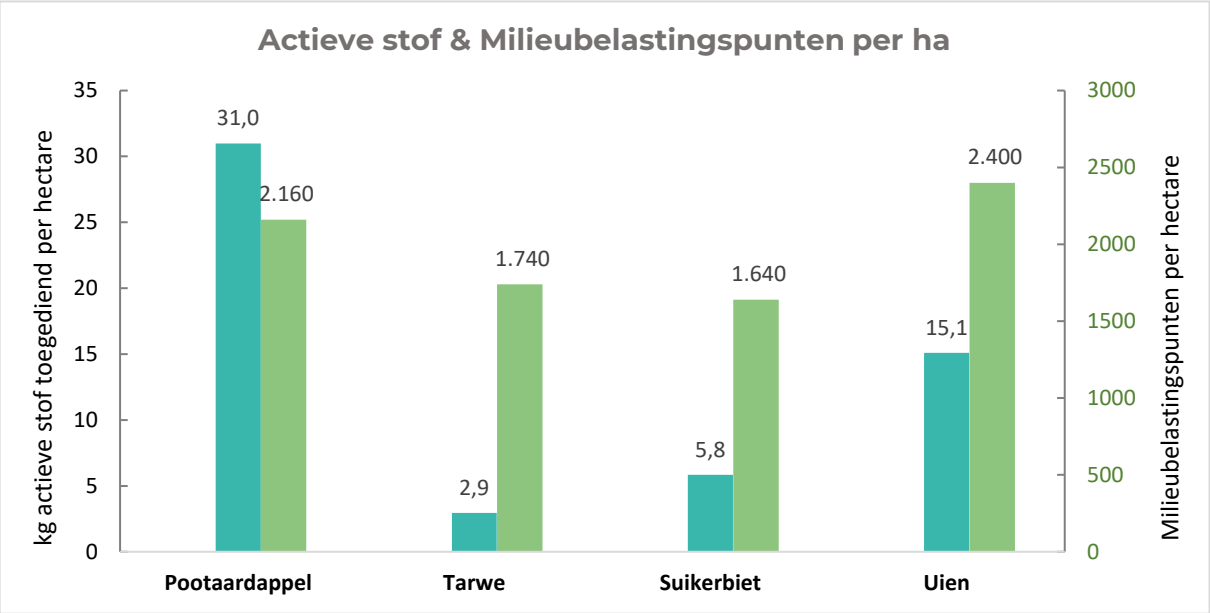
*Figuur 6 De klimaatimpact voor de gehele pootaardappelketen van The Potato Valley is hier weergegeven. Onderdelen die zijn bekeken zijn activiteiten voor de teelt, sortering en opslag, centrale distributie en de export. De klimaatimpact is weergegeven in kiloton CO_2-equivalenten. *Deze ketenstap is nader bekeken via een andere beoordelingsmethode (MBP) en is weergegeven in figuur 7.*

De toediening van gewasbeschermingsmiddelen in The Potato Valley

Via een andere methode is de toediening van gewasbeschermingsmiddelen nader bekeken. Hieronder vallen insecticiden, herbiciden, fungiciden en nematiciden. In deze methode van de WUR (Agrimatie, 2021) worden de toediening en de effecten ervan op bodem en water weergegeven in milieubelastingspunten (MBP). In de volgende figuur 7 zijn de MBP uitgewerkt voor de pootaardappel maar ook de overige gewassen binnen het opgestelde bouwplan voor The Potato Valley om de pootaardappel ook in perspectief te kunnen zetten. Zowel de hoeveelheid actieve stof toegediend (aandeel dat daadwerkelijk actief is) als de bijbehorende MBP zijn weergegeven.

Wanneer de pootaardappel wordt vergeleken met de overige gewassen vallen er twee dingen op: de hoeveelheden actieve stof die worden toegediend zijn erg hoog in vergelijking met de andere gewassen. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat ongeveer 68% van de beschermingsmiddelen bij de pootaardappelen bestaat uit minerale oliën, wat een hulpstof is. Als alle impacts worden vergeleken is juist tarwe het hoogst scorend, terwijl daar veel minder ton actieve stof voor wordt toegediend.



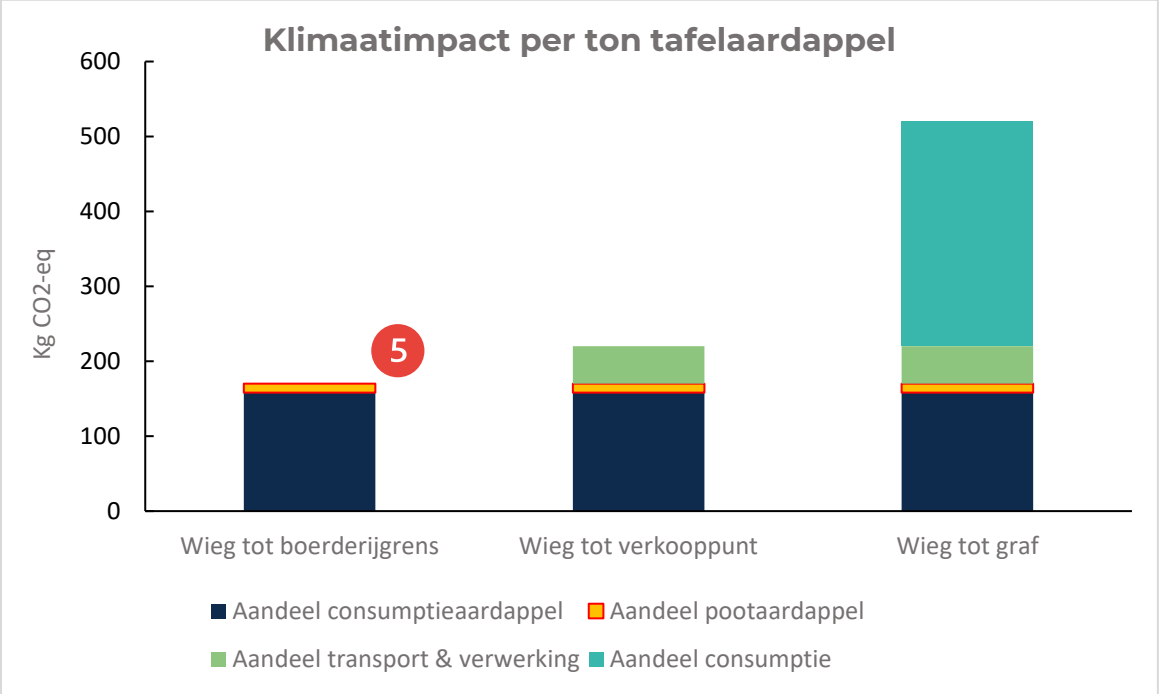


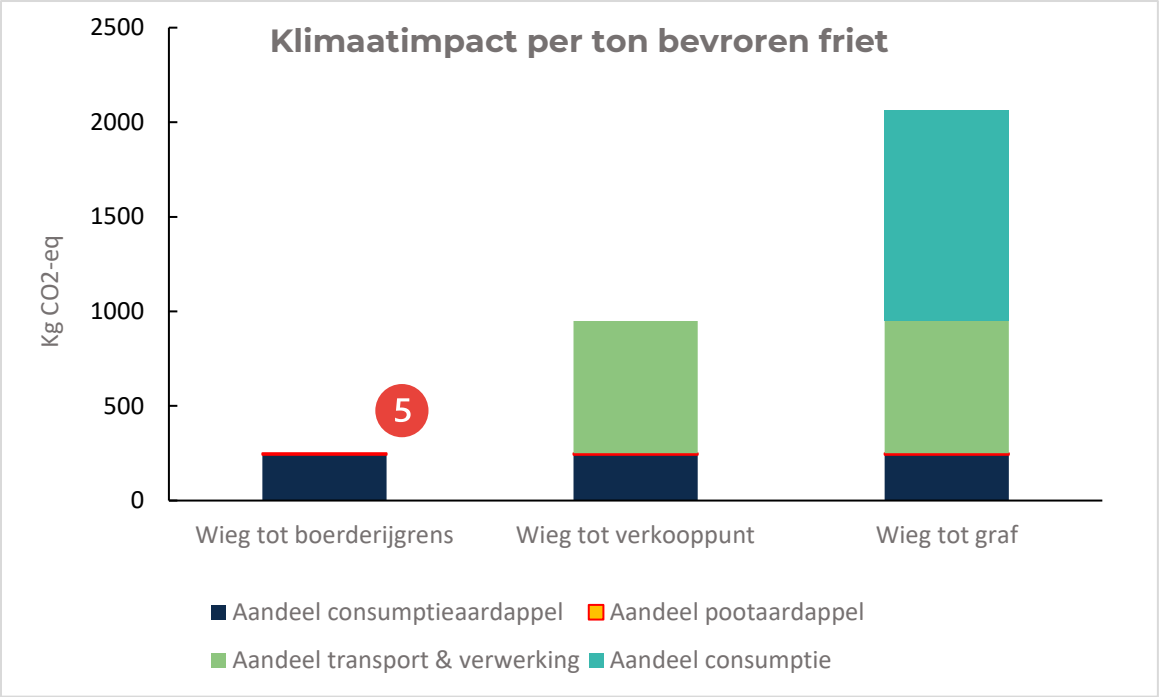
Figuur 7 Totaal actieve stof toegediend (gewasbeschermingsmiddelen) en de bijbehorende Milieubelastingspunten (MBP) van de WUR (Agrimatie, 2021)) voor de huidige situatie binnen The Potato Valley (bovenste figuur). De getallen geven de waardes weer voor het jaar 2019 en zijn omgerekend naar de hoeveelheden voor het opgestelde bouwplan. Minerale oliën vallen ook onder beschermingsmiddelen en heeft een aandeel van 68% van de hoeveelheden toegevoegde actieve stof bij de pootaardappel. In het onderste figuur is de data weergeven per hectare zoals deze vermeld wordt op Agrimatie.

De pootaardappelketen in perspectief

Met de vorige besproken punten is een generaal beeld geschetst van de impact van de pootaardappelketen binnen The Potato Valley. Het verlaten van het pootaardappelsysteem is echter nog niet het einde. Deze kan, zoals eerder beschreven, doorgaan in andere ketens, zoals veevoeder, consumptie of het winnen van zetmeel. Maar wat is dan het aandeel van de pootaardappel in het geheel? Op basis van een studie van Blonk Consultants (Ponsioen & Blonk, 2011) en Haverkort (2011, genoemd in Ponsioen & Blonk, 2011) is er berekend wat bijvoorbeeld het aandeel is van de pootaardappel in de directe consumptie keten en die van een bewerkt en bevroren aardappelproduct. Dit bleek voor de berekende impact en hoeveelheden van The Potato Valley te resulteren in aandeel van ongeveer 12 kg CO_2-equivalenten door pootgoedaardappelen per 1 ton consumptieaardappelen. Toegevoegd aan de resultaten van het onderzoek van Blonk consultants ziet het beeld er als volgt uit voor de tafelaardappel en bevroren friet ketens (zie figuur 8).

De impacts zijn driemaal uitgewerkt voor een verschillende scope; in de eerste *wieg tot boerderijgrens* worden alle impacts meegenomen vanaf de teelt van de consumptieaardappel tot dat de aardappel de boerderijgrens verlaat. In de balk ernaast is dezelfde keten weergegeven met daarbij het aandeel opgeteld wat toegerekend kan worden aan het verwerken en transport van de aardappels tot aan het punt waarop het product wordt verkocht. In de laatste balk is hier ook nog de consumptie bij opgeteld. Het aandeel van de pootaardappelketen heeft, in vergelijking met de rest van de keten, een klein aandeel ten opzichte van de rest van de cyclus.





Figuur 8: De totale impact van de pootaardappelketen in perspectief gezet met de impact van de overige aardappelketen. Het bovenste figuur bevat de impacts voor de productie van een ton aardappelen. Het onderste figuur bevat de impacts voor een ton bevroren frites. Per balk komen er meer ketenonderdelen bij: eerst de impacts behorende tot de aardappelteelt (en daarbij toegevoegd het aandeel van de pootaardappel), vervolgens daarbij toegevoegd het aandeel transport en verwerking en in de laatste balk is de consumptie toegevoegd.

2.4. Conclusies

Op basis van beide analyses is er een situatiebeschrijving gemaakt van de huidige situatie voor The Potato Valley. Hieronder worden voor beide onderwerpen de meest belangrijke conclusies besproken en welke aanknopingspunten er zijn voor de toekomst.

2.4.1. Grondstofstromen – wat er opvalt

The Potato Valley utiliseert en levert omvangrijke stromen bij het bouwplan voor de teelt van de pootaardappel en geassocieerde gewassen. Qua aanvoer zijn de organische meststoffen het meest significant op basis van jaarlijks gewicht. Deze stromen zijn voornamelijk afkomstig vanuit provinciaal of nationaal niveau. In contrast tot de organische meststoffen worden de grondstoffen die gebruikt worden voor de vervaardiging van de kunstmeststoffen internationaal verkregen. Hetzelfde geldt voor de minder omvangrijke stromen van de gewasbeschermingsmiddelen en brandstof. Bij al deze stromen geldt dat na toepassing de mogelijkheid voor hergebruik verdwijnt en dus, om circulariteit te vergroten, kan er gericht worden op het verkrijgen van de grondstoffen richting meer lokaal niveau. Denk dan voor internationale stromen richting nationale stromen en voor nationale stromen richting lokale stromen.

De afvalstromen die uit het systeem komen worden over het algemeen circulair gebruikt. De afgekeurde pootaardappelen worden afgezet als consumptieaardappelen of verwerkt tot consumptieproducten, veevoer of biogas. De gewasresten die vrijkomen bij de oogst van de gewassen worden verder op het land gelaten als grondverbeteraar voor het volgende jaar.

Er is sprake van een verlies van grondstoffen met de omvangrijke export van de pootaardappel. Hierdoor verplaatsen grondstoffen zich permanent uit het lokale systeem van The Potato Valley richting het internationale kader. Met de export van de pootaardappel zit ook een verlies van geassocieerde, internationaal verkregen, verpakkingsmateriaal verbonden.

Qua nutriënten en organische stof is er sprake van een overschot en een tekort respectievelijk op het totale areaal.

2.4.2. Impact – wat er opvalt

The Potato Valley scoort hoog voor klimaatimpact op drie ketenschakels: Kunstmestproductie, Export (per vrachtwagen) en energiegebruik in de vorm van diesel en elektriciteit.

Kunstmestproductie: Het produceren van kunstmest brengt een grote impact met zich mee. Ondanks de op het oog relatief weinig benodigde hoeveelheden kunstmest is dit de grootste bijdrager aan de impact van The Potato Valley.

Export: Transport per vrachtwagen: Van alle pootaardappelen die geëxporteerd worden naar het buitenland wordt verreweg het meeste via vrachtwagens vervoerd. Een kanttekening hierbij is wel dat het transport veelal vanuit het buitenland wordt geregeld en opgehaald. Er kan bediscussieerd worden of deze impacts aan de Nederlandse producten of het bedrijf in het buitenland zou moeten worden toegekend.

Energieverbruik – Diesel en Elektriciteit: Tijdens de teelt van de aardappelen wordt er diesel verbruikt voor het gebruiken van machines. Daarnaast wordt er ook elektriciteit verbruikt voor de sortering en opslag.

Voor het toedienen van de gewasbeschermingsmiddelen komen de volgende punten naar voren:

Actieve stof en milieubelastingspunten: Wanneer de verschillende gewassen met elkaar worden vergeleken wordt er veel actieve stof bij de pootaardappelen toegediend, wat zorgt voor een hoge milieu impact. Wel is een groot aandeel hiervan minerale olie, dit is een hulpstof. Echter wordt er bij tarwe minder actieve stof toegediend met een nog hogere impact. Vergeleken met suikerbieten en uien lijkt de pootaardappel minder goed te scoren; beide categorieën bij de twee gewassen zijn een stuk lager.

Wanneer alle impacts worden omgerekend en vergeleken met twee consumptieaardappelketens blijkt de pootaardappel maar een klein aandeel te hebben.

2.4.3. Aanknopingspunten voor The Potato Valley

Uit de huidige inventarisatie kwamen de meststoffen, export, organisch stofgehalte (OS en EOS) en de ketenimpacts ervan naar voren. Deze punten, in combinatie met input van de leden van The Potato Valley, zijn verder uitgewerkt in de volgende aanknopingspunten voor de toekomst:

Organische meststoffen: Qua volume zijn dit de grootste stromen, waarvan nu niet eenvoudig te achterhalen is welke herkomst deze hebben. In het vervolg kan de herkomst en mogelijkheden om deze inputs lokaler te betrekken bekeken worden

Kunstmestgebruik: Zijn er duurzame, lokale, stromen te identificeren die een alternatief kunnen zijn voor het huidige gebruik. Wat zijn voordelen/kansen en nadelen/risico's van het gebruik en wat betekent dit voor de keten?

Energiegebruik: Met name voor de stappen landbewerking, transport en bewaring.

Invloed op de vervolgketen:

- Na de pootaardappelteelt volgt een hele keten van distributie, volgteelt, verwerking, bereiding/consumptie en terugvloeien van stoffen in de keten (via menselijke ontlasting/urine, als veevoer, als co-substraat of compost). Zolang de hier

geproduceerde pootaardappelen, via consumptieaardappelen in Nederland genuttigd worden, wordt een deel van de nutriënten en organische materiaal weer teruggevoerd naar het systeem (via terugwinning uit rioolwater, rioolslib, biogasproductie/ digestaat of compost), maar een groot deel verdwijnt nog uit de keten.

- Vanuit de pootaardappelketen is een grote invloed op de vervolgstappen, omdat met de keuzes die in de rassenkeuze en veredeling worden genomen, een grote invloed wordt uitgeoefend op de grondstoffen en impacts in de vervolgstappen.

Het adresseren van deze punten biedt kansen voor de pootaardappelketen binnen The Potato Valley om stappen te zetten en zal verder worden besproken in het volgende hoofdstuk.

3. Inventarisatie reststromen

Op basis van de geïnventariseerde aanknopingspunten die op dit moment spelen is er gekeken naar mogelijke reststromen die kunnen helpen om een stap dichter naar de kringlooplandbouw te komen.

3.1. Beschikbare reststromen in de regio

Er zijn verschillende reststromen beschikbaar in Noord-Nederland. De meeste van de stromen die weergegeven zijn, komen in de vorm van **biomassastromen uitgedrukt in kton DS.**

De stromen van het diagram (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**) beginnen bij de sector van origine, dus de landbouw (akkerbouw en veeteelt), wat er beschikbaar is in de natuur (natuurlijk potentieel), wat voor groenafval er bij het groenbeheer wordt gewonnen, wat er uit de voedingsmiddelenindustrie (VGI) komt en wat wij als bevolking aan biologisch afval produceren.

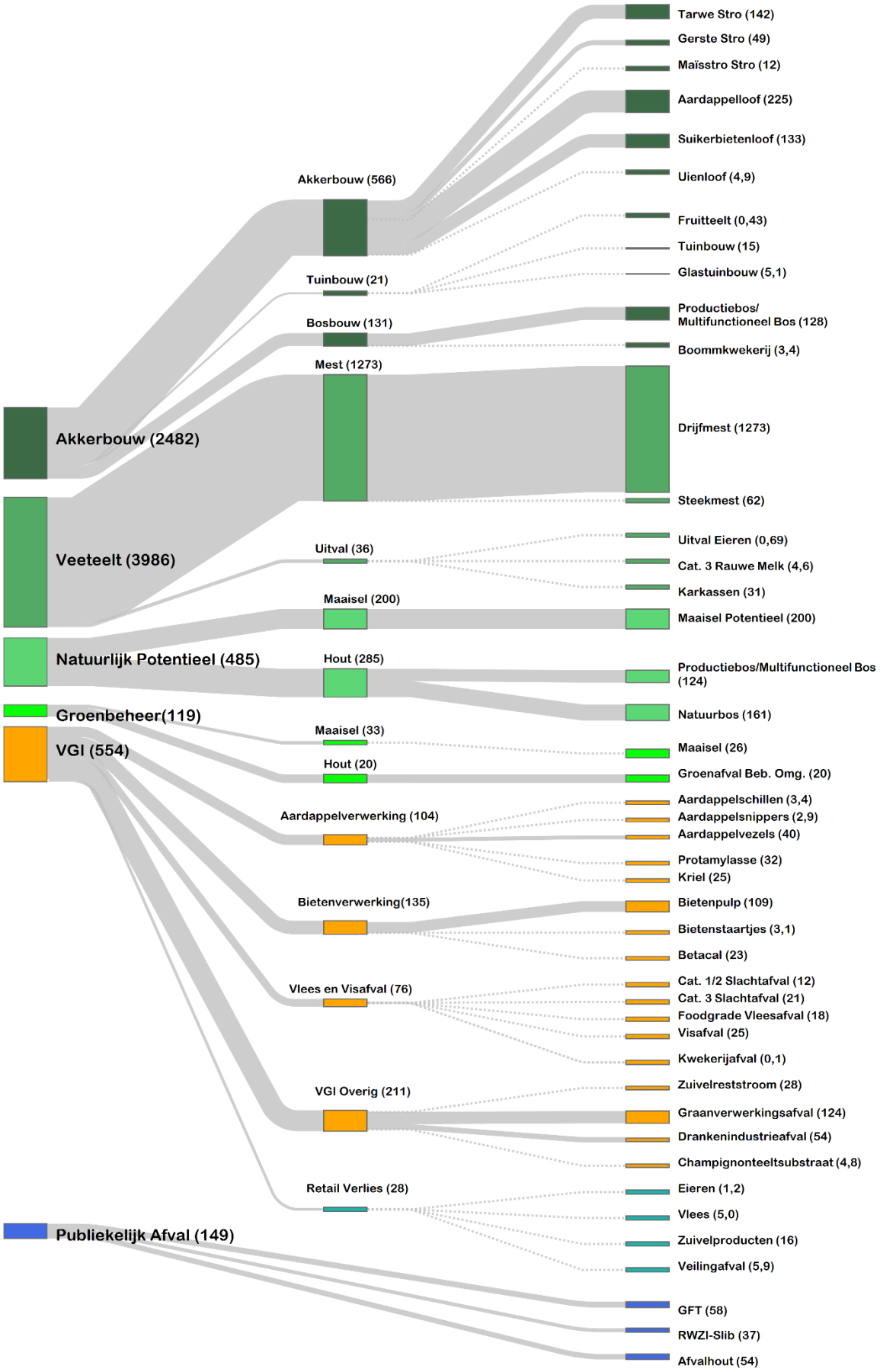
In Noord-Nederland is er een omvangrijke bedrijvigheid op het gebied van akkerbouw en veeteelt. Zo beslaat het akkerbouwgebied in Noord-Nederland ongeveer één derde (35%) van het totale areaal aan akkerbouw-land in Nederland(*Landbouw; Gewassen, Dieren En Grondgebruik Naar Regio*, 2021). Daarnaast beslaat de veeteelt in Noord-Nederland 25% van al het rundvee, 4% van alle varkens en 20% van alle kippen nationaal gezien(*Landbouw; Gewassen, Dieren En Grondgebruik Naar Regio*, 2021). Gekeken naar het regionale areaal zijn de belangrijkste gewassen tarwe (19%), gerst (8%), maïs (20%), pootaardappelen (9%), zetmeelaardappelen (20%), suikerbieten (20%) en zaaiuien (2%)(*Landbouw; Gewassen, Dieren En Grondgebruik Naar Regio*, 2021). Bij de akkerbouw komen er reststromen vrij in de vorm van gewasresten die tot nu toe voornamelijk op het land worden gelaten, met uitzondering van stro. Ook is er sprake van het vrijkomen van gewasresten uit de glastuinbouw en tuinbouw op open grond. De omvang van deze teelten is nationaal gezien klein, met een bijdrage van 4% en 7% respectievelijk(*Landbouw; Gewassen, Dieren En Grondgebruik Naar Regio*, 2021). Bij productiebos en multifunctioneel bos vindt de winning van houterige stromen voor een gedeelte plaats. Dat betekent dat er al een houtstroom beschikbaar is, maar ook dat er verder nog niet gewonnen hout aanwezig is. Van het hout dat gewonnen wordt, word er 81% gebruikt bij een energetische toepassing. De omvang van de stromen zijn volledig gebaseerd op de bijgroei(Oldenburger, 2019).

Noord-Nederland biedt ook mogelijke reststromen die tot nu toe nog niet worden gewonnen. Zo zijn er ongemoeide bossen en graslanden die biomassa in de vorm van jaarlijkse bijgroei bieden. De bijgroei van het hout is afkomstig uit het onverstoorde gedeelte van het productiebos en multifunctioneel bos en verder uit het natuurbos. Natuurbos wordt gekarakteriseerd doordat het beheer is gericht op biodiversiteit, waardoor hout niet gewonnen wordt. In tegenstelling tot productiebos en multifunctioneel bos wordt er geen hout gewonnen(Oldenburger, 2019).

Verder komen er nog biomassastromen vrij uit het groenbeheer dat uitgevoerd wordt in dienst van de gemeenten. De meest significante stromen komen in de vorm van maaisel uit bermen en houtresten uit de bebouwde omgeving.

Ook de VGI draagt significant bij aan de productie van biologische reststromen. Zo komen er omvangrijke stromen vrij door de verwerking van aardappelen, bieten, vlees en vis. Een verlies wordt ook nog gemeten voor en na de levering van de producten aan de retailbedrijven.

Daarnaast wordt er nog publiekelijk afval door burgers geproduceerd in de vorm van houtafval, GFT en rioolslib uit de waterzuiveringsinstallaties.



Figuur 9: Reststromen bestaande uit biomassa in regio Noord-Nederland

Nu alle grondstofstromen van Noord-Nederland in kaart zijn gebracht rijst de vraag; Hoe kunnen deze grondstofstromen het beste toegepast worden ten behoeve van de circulariteit van The Potato Valley? De Boer & van Ittersum (2018) (De Boer & Van Ittersum, 2018) hebben een circulaire rankschikking gemaakt voor organische (rest)stromen met als insteek een zo efficiënt mogelijke voedselproductie met zo min mogelijk verliezen en inputs. Zo kwamen zij tot de volgende toepassingshiërarchie;

1. Voedsel voor humane consumptie
2. Toepassen op het veld ten behoeve van bodemkwaliteit
3. Veevoer
4. Productie van bio-energie, verwerkte meststoffen of duurzame biomaterialen
5. Opslag in de bodem voor koolstof opslag en broeikasgasemissies tegen te gaan

Dat voedsel voor humane consumptie bovenaan staat is nog wel discutabel als het over efficiënte voedselproductie gaat. Toepassen op het veld ten behoeve van de bodemkwaliteit staat op twee en dat is om te garanderen dat er in de toekomst ook voedselproductie mogelijk is. Als derde staat veevoer aangezien vee bepaalde organische stromen kunnen verteren die mensen niet kunnen verteren, en het zo omzetten in dierlijk eiwit dat wel door mensen gegeten kunnen worden. Op de vierde plek staat productie van bio-energie, verwerkte meststoffen of duurzame biomaterialen om zo nieuwe inputs en emissies te voorkomen. Op de vijfde plaats staat opslag in de bodem om broeikasgasemissies tegen te gaan. Deze rangschikking kan toegepast worden bij het afwegen van grondstof toepassingen. Echter kan bovenstaande rangschikking niet blindelings gevolgd worden, aangezien bepaalde (rest)grondstoffen niet voor alle toepassingen geschikt zijn. Tevens kan een bodem ook verzadigd raken en heeft het geen nut, en soms zelfs averechts nut, om nog extra organische stof en/of nutriënten toe te voegen. Het is daarom nuttig om tabel 3 met inhoudsstoffen van de grondstoffen mee te nemen in de toepassing ervan.

3.2. Vraag en aanbod: Agrifuture als voorbeeld

Er zijn een groot aantal verschillende routes denkbaar die bijdragen aan het verminderen van het gebruik van kunstmest. Enkele daarvan komen samen in het projectplan van Agrifuture[2] (SPNA, WUR & Louis Bolk, 2020): ruimer bouwplan met pootgoed aan de basis, uitwisseling van stromen tussen akkerbouw en veeteelt (mest voor veevoer), teelt eiwit- en olierijk gewas en stikstofbindende gewassen.

Hieronder wordt als gedachtenexperiment het gebruikte bouwplan en de daarbij benodigde meststoffen/bodemverbeteraars opgeschaald naar het schaalniveau van TPV.

Tabel 3. Benodigde en beschikbare hoeveelheden en huidige gebruik meststoffen en bodemverbeteraars op basis van projectplan Agrifuture

	Nodig in Bouwplan	**Max. beschikbaar uit NNL**	**Huidig gebruik**	**Opmerkingen**
	ton	*ton*	*ton*	
GFT compost	690.795	99.692	14.488	Lang niet voldoende GFT compost. Via groencompost of bokashi kan aangevuld worden
Bokashi	307.020	704.870	Niet bekend	Beschikbaar via berm- en natuurmaaisel. Door vervuiling en regelgeving is niet alles direct inzetbaar
RDM	345.398	18.174.000	857.084	Ruim voldoende aanwezig in regio
Kunstmest-N	1.996	nvt	3.742	Reductie van 47% ten opzicht van huidig gebruik. In de toekomst mogelijk ingevuld door snelwerkend N uit organische reststromen/retourstromen

[2] https://www.spna.nl/downloads/5776-AgriFuture%20ontwerp%2020201115.pdf

Kunstmest-P	0	nvt	982	Door inzet van compost, bokashi en RDM lijkt voldoende P beschikbaar. Aanvulling kan via P uit struviet
Kunstmest-K	nnb	nvt	3.881	Invulling van K behoefte is nog niet bekend, maar er lijkt een tekort te ontstaan dat aangevuld moet worden met kunstmest of K-rijke reststromen.

Wanneer in de gehele regio exact dit bouwplan zou kunnen worden gevolgd, leidt dit tot een vergroting van het benodigde areaal om dezelfde hoeveelheid pootaardappel in het gebied te kunnen telen. Daarnaast ontstaat een grote vraag naar GFT compost, die vanuit de regio (of zelf in NL) niet voldaan kan worden. Vanuit de potentiële aanvoer van natuur- en bermmaaisel kan via de bokashi of groencompost een groter deel worden ingevuld. Echter is dat ook niet toereikend om de gehele vraag in te vullen. Op regionale schaal kan daarom beter op een breder scala aan geschikte stromen worden ingezet, waar ook kan worden gedacht aan een verhoogde inzet van rundveemest. Om op punten beter te kunnen sturen zou een deel van de mest verwerkt kunnen worden tot een N-concentraat, een dikkere fractie rijk aan OS en eventueel andere fracties naar behoefte (zoals K rijke fractie). Voor P ontstaat in NL snel een overschot. Er kan daarom gekozen worden om het overschot aan P via de meest optimale route beschikbaar te maken voor landen/gebieden met een P-tekort.

Er lijkt een behoefte te blijven aan N-rijke en K-rijke reststromen. Deze zouden mogelijk ingevuld kunnen worden door: spuiwater, mineralenconcentraat, protamylasse, via import van steenmeel of uit afgeleide producten van reststromen (nog te ontwikkelen).

4. Roadmap kringlooplandbouw Potato Valley

Aan het einde van hoofdstuk twee werden er 4 hotspots binnen de keten van The Potato Valley geïdentificeerd en nader uitgewerkt in aanknopingspunten. Deze aanknopingspunten (hotspots) worden hieronder besproken en uitgewerkt tot een roadmap om met deze hotspots aan te slag te gaan. Voor het opstellen van de roadmap is gekeken naar het handelingsperspectief van een aantal actoren:

Overheid: zaken die door decentrale en (inter)nationale overheden kunnen worden gedaan om het doorlopen van de transitiepaden mogelijk te maken en te ondersteunen.

Kennisinstellingen / TPV: zaken die door kennis- en onderzoeksinstituten kunnen worden opgepakt, en in de benodigde onderbouwing kunnen voorzien voor de interventies en activiteiten van overheden en bedrijven. Acties voor TPV worden los benoemd.

Telers en handelshuizen: zaken die rechtstreeks door telers en/of handelshuizen kunnen worden opgepakt, en invulling geven aan het meer circulair omgaan met grondstofstromen.

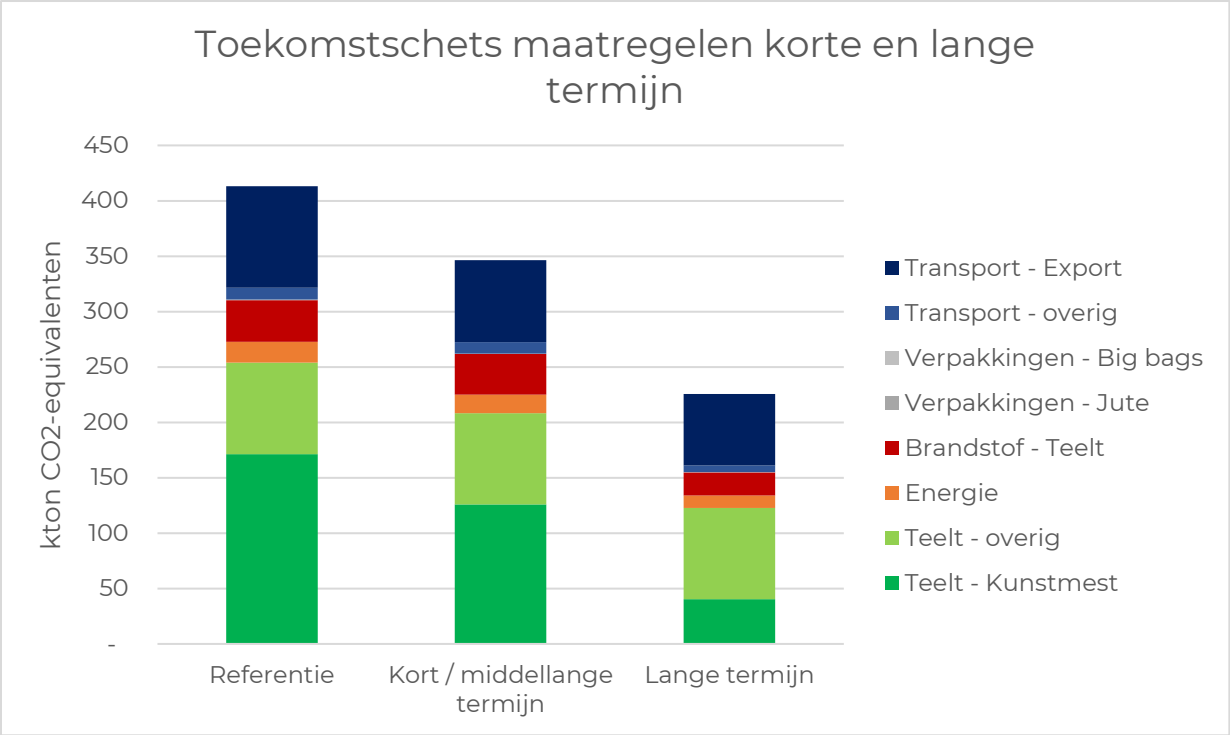
Om handvatten te bieden voor een circulair teeltsysteem van The Potato Valley, zijn er maatregelen gegeven voor de geïdentificeerde hotspots en samengevat in een roadmap. Deze maatregelen zijn toepasbaar op verschillende tijdschalen.

De acties uit de roadmap zijn samengevat in figuur 10. Voor elk van de hotspots is voor de korte, middellange, en lange termijn aangegeven wat het handelingsperspectief is voor overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen.

De hotspots worden vervolgens in meer detail besproken in de secties vanaf 4.1, waarbij met name is gekeken naar **knelpunten en oplossingen**.

Samenvattend leiden de acties uit de roadmap tot een verlaging van de impact van de pootaardappelketen binnen TPV. Figuur 9 illustreert de verschillen in totale impact (in CO2 equivalenten) wanneer de oplossingen zouden worden uitgevoerd voor een korte / middellange termijn en een lange termijn. De onderbouwing van de keuzes en aannames voor deze scenario's zijn te vinden in de tabellen 3 en 4 .

Gebruik makend van deze aannames leidt er toe dat op de kort/middellange termijn de impact kan afnemen met 25% en op lange termijn met 50% ten opzichte van de referentie impact, zoals eerder in dit rapport beschreven. Bij andere aannames verandert uiteraard ook de potentiële impact.



Figuur 10 Visualisatie van de Roadmap en de impact wanneer de benoemde maatregelen zouden worden uitgevoerd

Tabel 4 Input voor de visualisatie van Figuur 10. De impactreducties en keuzes worden per onderdeel benoemd.

Hotspots Kton CO2 eq.	**Referentie** *Totaal*	**Kort / middellange termijn** *Afname tov ref.*	*Totaal*	**Lange termijn** *Afname tov ref.*	*Totaal*	**Beschrijving aanpassing kort/middellange termijn ten opzichte van referentie**	**Beschrijving aanpassing lange termijn ten opzichte van referentie**
Teelt - Kunstmest	**171**	45	**126**	131	**40**	28% afname emissies	80% afname emissies
Teelt - overig	**83**	0,3	**82**	-	**82**	Vezelhennep i.p.v. wintertarwe in rotatieteelt	n.v.t.
Energie	**19**	1,9	**17**	7,4	**11**	Radiatieve koeling – minimale winst	Radiatieve koeling – maximale winst
Brandstof - Teelt	**38**	1,0	**37**	17	**21**	HVO - Blauwe diesel 20 - reductie 17%, 15% stapt over	HVO diesel 100 - reductie 89%, 50% stapt over
Verpakkingen - Jute	**-**	-	**-**	-	**-**	*Verschil tussen jute en hennep verwaarloosbaar is m.b.t. CO_2, behalve de locatie van productie (transport)*	
Verpakkingen - Big bags	**0,4**	0,1	**0,3**	-	**0,3**	30% gerecycled PP, 70% virgin PP	Geen hogere blend ingeschat
Transport - overig	**11**	0,3	**10**	4,8	**6**	HVO - Blauwe diesel 20 - reductie 17%, 15% stapt over	HVO diesel 100 - reductie 89%, 50% stapt over
Transport - Export	**92**	18	**74**	27	**65**	Scheepstransport landen hoog potentiëel (containerschip)	Scheepstransport maximale waarde (indicatieve inschatting)
Totaal	***414***		***346***		***225***		

Tabel 5: Roadmap die de maatregelen voor de geïdentificeerde hotspots in tijdsperspectief zet.

HOTSPOTS	KORTE TERMIJN (2021-2024)	MIDDELLANGE TERMIJN (2024-2030)	LANGETERMIJN (NA 2030)
BEMESTING & GROND VERBETERING	• Telers: toepassen makkelijk inzetbare reststromen. logistiek en verwerking in coöperatief verband • Telers: bewust bezig zijn met bodemgezondheid en organische stof • Potato Valley: ondersteunen met kennis; actief verandering in sector vormgeven als kennisplatform • Overheden: faciliteren proces rond wet- en regelgeving. Consistente visie en consequente visie en stimulering van kringlooplandbouw • Kennisinstellingen: onderzoek naar alternatieve bouwplannen. Daarnaast ook kennis over economie, wet- en regelgeving en gedrag.	• Telers: toepassen minder makkelijk inzetbare reststromen (Nutriënten concentraat, struviet) • Telers: breed toepassen van alternatieve bouwplannen. Meer eigen stikstofbinding, maar ook toekomstbestendig richting nieuwe teelten voor bouw, voedsel of chemie • Potato Valley: ondersteunen met kennis; actief verandering in sector vormgeven als breed kennisplatform. • Handelshuizen: onderzoek en implementeren van alternatieve rassen met grotere nutriënten efficiëntie	• Teleres: herzien van toepasbare grondstofstromen in de toekomst. • Telers/handel: in coöperatief verband opzetten biomassa en bioraffinage hubs • Handelshuizen: Meer toepassen van aardappelzaad op plekken waar dit past.
ENERGIE	• Telers: investeren in korte termijnopslag van lokaal gewonnen elektriciteit en investeren in windenergie • The Potato Valley bewustwording creëren voor alternatieven • Overheden stimuleren overstap middels financiële prikkels (bv. warmtepompen, tbv koeling in de EIA regeling)	• Telers investeren in radiatieve koeling aangaan als betere besparingsmaatregel als alternatief voor zonnecellen. • The Potato Valley kan bewustwording creëren voor alternatieven. • Overheden kunnen, na commercialisatie en bewustwording, ook radiatieve koeling opnemen binnen de EIA regeling.	• Kennisinstellingen kunnen bevochtigingskoeling in de context van Potato Valley onderzoeken. • The Potato Valley kan het onderzoek naar de mogelijkheid van vergisting bekostigen en aanjagen • Overheden robuust maken van de Nederlandse elektriciteitsinfrastructuur door te investeren in lange termijnopslag.
BRANDSTOF - TEELT	• Telers: inkopen hernieuwbare diesel • Overheden: inzetten op een stimuleringsregeling van duurzame brandstoffen, compensatie /fiscaal voordeel voor de telers als beloning voor CO2-reductie • Handelshuizen: optionele Eco-diensten/producten aanbieden aan klanten waarvoor zij het transport verzorgen.	• Kennisinstellingen: onderzoek naar inzet elektriciteit en waterstof. Ontwikkelen machinerie voor agrarische sector. Voor waterstof onderzoek naar duurzame productie en opslag • Overheid: ruimer beschikbaar maken hernieuwbare diesel middels faciliteren vergunning en stimuleren via financiële prikkels	• Kennisinstellingen: onderzoek naar inzet elektriciteit en waterstof. Ontwikkelen machinerie voor agrarische sector. Voor waterstof onderzoek naar duurzame productie en opslag
VERPAKKINGEN	• Handelshuizen: harmoniseren kwaliteits- en duurzaamheidsbeleid tbv inzet gerevalideerde FIBCs • Agrobedrijven: pleiten voor het verspreide gebruik van een FIBC paspoort. • Overheden, op Nederlands en EU niveau, gebruik van het FIBC paspoort verplicht stellen.	• The Potato Valley opzetten overkoepelende organisatie voor het inzamelen, categoriseren en afleveren van FIBCs in bulk • Overheden naar de regio halen van partijen in de verwerkings- en fabricageketen (zowel voor plastics als voor hennep). Denk aan schoonmaken, spinnen, weven.	• Overheden (NL) stimuleren ontwikkeling van de Nederlandse verwerkings- en fabricageketen voor FIBCs • Overheden (EU n) verplicht stellen inzamelingsinfrastructuur verpakkingen in het buitenland
TRANSPORT	• Handelshuizen en aangesloten transportbedrijven inzet hernieuwbare brandstof waar mogelijk. Ook opzetten duurzame diensten in EU • Handelshuizen onderzoek extra bestemmingen voor omzetten van truck naar schip • Onderzoeksinstellingen onderzoek naar efficiënter inrichten van de logistieke keten van de pootaardappel	• Handelshuizen bestemmingen uitbreiden voor vervangen van truck door alternatieven, zoals gekoeld treintransport. Hiervoor moeten de handelshuizen partners uit verschillende sectoren en landen bij elkaar betrekken	• Handelshuizen uitbreiden van duurzame diensten uitbreiden naar rest wereld. • Onderzoeksinstellingen onderzoek naar voorspellende programmering en het anticiperen op de timing van afnemersvragen

4.1. Bemesting en Grondverbetering

Regionaal en buitenregionaal gezien zijn er (rest) stromen die kunnen fungeren binnen bemesting of als grondverbeteraar of als grondstof voor het produceren van producten. Aangezien er te veel verschillende grondstofstromen zijn om allemaal in detail te onderzoeken, is er een selectie gemaakt na overleg met de betrokken partijen van dit project. De focus van deze selectie is hierdoor gelegd op risico's, bemesting en grondverbetering en de selectie hiervan is weergegeven in tabel 3. Ten behoeve van bemesting is een hogere NPK-gehalte wenselijk en voor grondverbetering bestaan meerdere indicatoren, maar is effectief organische stofgehalte de meest gangbare indicator. Bij risico's is er vooral gekeken naar mogelijke contaminanten en verontreinigingen die de kwaliteit van de stroom in gevaar kan brengen. Denk hierbij aan fytosanitaire implicaties of zwerfafval in bermgras. In tabel 3 staat weergegeven hoeveel procent van de NPK- en EOS-behoefte van The Potato Valley een bepaalde grondstofstroom kan vervullen. Verder wordt het risico van de grondstofstroom middels kleurcodering aangegeven (zie bijschrift voor betekenis kleurcodering). Op het gebied van bemesting en grondverbetering lijkt rundveedrijfmest een uitblinker aangezien er in Noord-Nederland genoeg vrijkomt om in de EOS-behoefte en NPK-behoefte van The Potato Valley te voorzien (los van het feit dat al een gebruikelijke toepassing vindt). Tevens kent het weinig risico's betreft contaminanten en verontreinigingen(Termorshuizen & Postma, 2021) en wordt al jaren zo toegepast. Echter zijn er regels die bepalen hoeveel mest er uit gereden mag worden. Andere grondstofstromen zouden dan toegepast kunnen worden om een mogelijk gebrek te compenseren. De grondstofstroom waarmee de meeste circulaire winst te behalen is, is struviet. Dit wordt namelijk momenteel niet of op kleine schaal toegepast en kan nutriëntenkringlopen sluiten wanneer het toegepast wordt als bemesting.

Er zijn ook grondstofstromen met additionele effecten die indirect effect hebben op bemesting en grondverbetering. Zo kunnen gips, eierschalen, verenmeel en steenmeel de bodemstructuur verbeteren. Een mogelijk additioneel gevolg hiervan is dat de opname van nutriënten verbeterd wordt, zodat er mogelijk minder inputs nodig zijn. Tevens zorgen ze ervoor dat de plant robuuster wordt en dus beter beschermd is tegen plagen. Andere grondstofstromen binden CO2 of bevorderen het sluiten van nutriëntkringlopen. In bijlage 7.7 staat weergegeven wat de additionele effecten van bepaalde grondstofstromen zijn. Hierbij zijn ook de huidige toepassingen en de toetredingsschaal (TRL) weergegeven. Voor TRL is er voornamelijk gekeken naar wet- en regelgeving of de grondstof toepasbaar is.

In dit rapport zijn de totale hoeveelheden van grondstofstromen gegeven, maar vaak zijn die geïsoleerd en wordt het niet efficiënt getransporteerd en toegepast. Er bestaan in de TPV regio initiatieven (o.a. Agricycling/Pieter van de Valk) over het opzetten van een coöperatie waar veehouders en akkerbouwers zich bij aan kunnen sluiten en hun restgrondstoffen in kunnen brengen. Vervolgens kan er dan gekeken worden hoe ze het beste verwerkt kunnen worden en waar ze het best tot hun recht komen. Zo wordt efficiënt grondstofgebruik gestimuleerd. In navolging van bovenstaande kan de coöperatie de samenwerking zoeken met andere gebiedspartners (o.a. overheden en terrein beherende organisatie) die restgrondstoffen kunnen inbrengen.

4.1.1. Knelpunten

Er zijn de laatste jaren al grote stappen gezet in het terugdringen van het kunstmestgebruik in de pootaardappelteelt, onder andere door injectie van de kunstmest in de gewasrij. Het gebruik van dierlijke mest is redelijk stabiel gebleven over de jaren, deels vervangen door andere typen organische mest en het gebruik van met name fosfaatkunstmest is sterk teruggedrongen. Gebruik van stikstofkunstmest is ook iets afgenomen, zij het in mindere mate.[3]

Het resterende deel is minder eenvoudig terug te dringen. In grote lijnen zijn er twee aanvliegroutes mogelijk: werken aan het terugdringen van kunstmestgebruik en het

[3] Agrimatie: https://www.agrimatie.nl/

verminderen van de emissie van kunstmestproductie. Het laatst genoemde punt ligt buiten de directe invloedssfeer van partijen binnen de Potato Valley. Hier wordt door de TPV niet expliciet op ingezet, maar er wordt wel aan gewerkt door de kunstmestproducenten. Wel kan gestuurd worden op 'lokale' inkoop, d.w.z. zo dicht mogelijk bij Nederland (uitstoot van productie in landen kan sterk van elkaar verschillen). Door de maatschappelijke ontwikkeling, politieke druk en beprijzing van CO_2 uitstoot is de verwachting dat de producerende partijen steeds duurzamer gaan produceren, waardoor de impact over de tijd zal afnemen. Wel kan er tijdens de inkoop de voorkeur gegeven worden aan duurzamere alternatieven, wanneer deze beschikbaar zijn.

Het terugdringen van het gebruik kan door te kijken naar een algemene vermindering van de mestgift door o.a.:

- efficiëntieverhoging gebruik huidige nutriënten en daarmee beter gebruik te maken van geleidelijk toegenomen in de bodem aanwezige meststoffen
- gebruik te maken van groenbemesters, vlinderbloemigen en maaimeststoffen
- toepassen ander bouwplan (hennepteelt i.p.v. wintertarwe)
- gewasoptimalisatie/veredeling (robuuste rassen)
- bladbemesting/stikstofbindende bacteriën[4]

Daarnaast kan er gekeken worden naar het inzetten van alternatieve meststoffen in plaats van kunstmest. Hierin moet rekening worden gehouden met de beschikbaarheid en werking van de alternatieven. Met kunstmest kan vrij nauwkeurig gestuurd worden, terwijl alternatieven een langzamere en minder voorspelbare werking en beschikbaarheid kennen. Toch zijn er aanknopingspunten om stappen te zetten:

Enquête telers Pootaardappel Academie

Om een beeld te krijgen bij de stand van zaken, de interesse en de bottlenecks om alternatieve meststoffen en bodemverbeteraars te gebruiken is een enquête uitgevoerd onder leden van de Pootaardappel Academie. De totale vragenlijst en antwoorden zijn te vinden in bijlage 7.10.

Uit de antwoorden blijkt dat er al wordt gewerkt aan kringlooplandbouw, o.a. door het telen van groenbemester, verhakselen van stro en actief verlagen van het kunstmestgebruik. Enkele alternatieve grondstoffen (reststromen) worden al vaker toegepast, zoals gips, protamylasse en betacal. Een enkeling heeft ook ervaring met stromen als (natuur)gras, steenmeel of champost.

Men zou graag meer willen weten over een aantal potentiële reststromen (en/of deze graag al willen gebruiken). Voorbeelden zijn spuiwater, mineralenconcentraat, struviet, suikerbietreststromen, graanbijproducten en bokashi.

Duidelijkheid over wet- en regelgeving, prijsstelling, beschikbaarheid, logistiek en prijsstelling blijken factoren te zijn die het lastig maken alternatieve grondstoffen in te zetten. Over de gehele breedte speelt (gebrek aan) kennis over bovenstaande punten een belangrijke rol. Deze punten worden hieronder verder toegelicht.

Regelgeving

- De meststoffenwetgeving stelt een maximum aan het gebruik van dierlijke mest, en daarnaast een maximum aan totaal toe te voegen stikstof en fosfaat. Dit betekent dat wanneer er tussen de algemene gebruiksnormen en de norm voor dierlijke mest nog ruimte is, er alternatieve meststromen toegepast kunnen worden. Dit kan kunstmest zijn, maar kunnen ook andere (organische) meststromen zijn.

[4] https://hollandfyto.nl/product/bluen/

- Compost telt maar beperkt mee voor de algemene gebruiksnorm voor stikstof (10%) en fosfaat (50%). Champost daarentegen heeft een werkingscoëfficiënt van 25% voor de stikstofgebruiksnorm, maar valt wel in zijn geheel onder de gebruiksnorm dierlijke mest. Ook is er geen fosfaatvrijstelling
- Andere vormen van verwerking en gebruik van organisch materiaal, zoals via bokashi uit bermmaaisel, zijn soms nog ongereguleerd. Dit betekent dat het officieel niet mag worden toegepast op landbouwgrond. Er loopt onderzoek vanuit Circulair Terreinbeheer en de WUR, i.s.m. ministeries LNV en IenW om duidelijkheid te krijgen over de risico's en effecten van gebruik van o.a. compost en bokashi.
- Op Europees niveau is er gewerkt aan nieuwe meststoffenwetgeving (Fertilising Products Regulation (2019/1009)). De tekst hiervan is inmiddels opgesteld en wordt inmiddels geïmplementeerd in de lidstaten. Officieel wordt de wet op 16 juli 2022 van kracht. De nieuwe wetgeving biedt, naast minerale meststoffen, ook ruimte voor organische meststoffen op de Europese markt. Ook zijn bodemverbeteraars en biostimulanten opgenomen in dezelfde wetgeving.

Beschikbaarheid en logistiek

- Er vindt al uitwisseling plaats tussen akkerbouw en veeteelt. Er wordt bijvoorbeeld stro naar veehouders getransporteerd, waar na een tijd strorijke mest weer terug komt.
- Nieuwe stromen moeten een constante werking, samenstelling en beschikbaarheid hebben
- Specifieke stromen hebben hun voor- en nadelen:
    - Vaste mest met stro: potstal: Vaak weinig beschikbaar, maar zeer gewenst.
    - Varkensmest: is weinig interesse door ervaringen uit het verleden en vanwege het hoge natrium-gehalte
    - Bermmaaisel/houtige stromen: een keurmerk kan helpen. Kwaliteit is heel belangrijk. Daarom komt dit nu soms wat verder weg, bv. uit Limburg. Er moet wel voldoende volume zijn om het interessant te maken.
    - Veiligheid is ook belangrijk, zeker bij potentieel risicovolle stromen als struviet uit rioolslib of stromen met risico op gewasziektes (bv. aardappelreststromen).
- Inzet van alternatieve stromen moet wel worden gefaciliteerd. Zeker wanneer er nog werk in moet worden gestoken om het tot een bruikbaar product te krijgen (via compostering of bokashi). Het kan helpen als dit bij partijen als Agrifirm gaat leven. Ook de coöperatie in Friesland kan hierbij helpen. Wederom is kwaliteit erg belangrijk.
- Er leven in de regio meerdere gedachten over het opzetten van een digitale marktplaats om vraag en aanbod van reststromen bij elkaar te brengen. Dit is in het verleden al eens geprobeerd via Dairy Valley, maar toen niet van de grond gekomen (pers. comm. Ynbusiness). Onlangs zijn ook vanuit de regionale fouragehandel en gebiedscoöperaties dergelijke ideeën gepitcht. Vanuit Circulair Friesland wordt er door deelnemende gemeenten ook onderzocht of het haalbaar is om (meer algemene) grondstoffenhubs op te gaan zetten.
- Naast de keten in (Noord-)Nederland is import en export van reststromen uit nabijgelegen landen ook goed mogelijk. Hier speelt vaak wet- en regelgeving mee, die het ingewikkeld maakt om dit te doen. Dit zou eenvoudiger moeten worden.

Prijs

- Prijs van gebruikelijke versus alternatieve stromen wordt vaak genoemd als knelpunt. De meststoffen moeten kunnen concurreren met o.a. dierlijke mest (wat vaak nog tegen betaling wordt afgenomen). Vroeger kreeg je tot €10/m3 toe, nu moet er betaald worden voor bepaalde typen dierlijke mest.
- Kunstmest was de afgelopen jaren relatief goedkoop door lage energieprijzen. Door de stijging van de energieprijzen zijn de kunstmestprijzen de afgelopen tijd meegestegen. Dit maakt dat men meer gaan oriënteren op alternatieven.

4.1.2. Oplossingen

Ras: In het proces van veredeling en rassenkeuze kan gestuurd worden naar rassen die beter presteren wat betreft nutriëntenefficiëntie. Hier speelt wel mee dat er op veel verschillende gewenste eigenschappen moet worden geselecteerd, die niet altijd samen tot uiting kunnen komen.

- In projecten vanuit TPV wordt al gekeken naar meer robuuste aardappelrassen, die met een lagere input aan stikstof en water kunnen worden geteeld. Daarnaast zit er ook een groot verschil in de bestaande rassen wat betreft nutriëntgebruik; hier kan richting de afnemers en klanten meer op gestuurd worden door communicatie over efficiëntie of het in markt zetten van een duurzaam concept/ras.

Teelt: In het bouwplan kan gestuurd worden op beter nutriëntengebruik, door minder intensief te verbouwen. Ook speelt digitalisering een rol richting de toekomst.

- Een eerste stap is bewust met de bodemgezondheid en -kwaliteit bezig te zijn, maar daarna kan een aanpassing van het bouwplan worden overwogen. In de bredere discussie worden ook maatregelen als verruiming van het bouwplan (van 1 op 3 naar 1 op 4) als optie overwogen.om andere gewassen in het bouwplan in te passen. Verkenning van toekomstbestendige bouwplannen worden reeds uitgevoerd (o.a. Boerderij van de Toekomst, Agrifuture). In het bouwplan is, via strokenteelt, plek voor stikstofvastleggers en eiwit- en olierijke gewassen. De effecten van aanpassing of verruiming van het bouwplan liggen buiten de scope van dit rapport. De positieve of negatieve effecten zijn niet eenvoudig te berekenen en verdienen verdere verdieping.
- Digitalisering/robotisering: er vindt al geruime tijd een digitaliseringslag plaats binnen de agrarische sector (en breder in de samenleving). Meer en meer mogelijkheden tot dataverzameling en geautomatiseerde processen en systemen maken dat de akkerbouw preciezer en efficiënter met grondstoffen kan omgaan. Ook kan er middels bemestingsrobots met lichter materiaal gereden worden, doordat er meer werkbare uren zijn tov gebruikelijke manier van toepassen.

Reststromen: Coöperatief opzetten van ketens rond logistiek, verwerking en toepassing van organische reststromen. Er wordt in Friesland een start gemaakt rond bermmaaisel en hekkelspecie, maar in potentie kunnen wanneer er een structuur staat ook makkelijk andere stromen ingepast worden

- Opzetten en participeren: Start via de nieuwe op te zetten coöperatie met toepassen bermmaaisel en hekkelspecie. Onderzoek hoe dit past in het bouwplan en toon aan of en hoe hierdoor de inzet van kunstmest verandert (onderzoek en monitoring)
- Opschalen: Uitwisselen van stromen met in de regio gelegen veehouders: veevoer in ruil voor mest. Dit gebeurt op lokale schaal, maar kan breder toegepast worden over de gehele regio. Belangrijk hierin is elkaar kennen en vertrouwen; ook kennisdeling (weten wat er in het voer van het vee zit) is erg belangrijk
- Onderzoek en pas toe: Zoek, in combinatie met onderzoek naar nieuwe bouwplannen, naar de juiste meststoffen en bodemverbeteraars, aangepast op bodemtype, bouwplan, OS.

- Naast stromen die als zodanig (of met een algemene omzetting) kunnen worden toegepast, kan waar nodig nog worden bijgestuurd met alternatieve specifieke meststoffen. Naar verwachting is dit voor fosfaat op termijn niet of slechts in mindere mate nodig (zo niet kan struviet uit rioolslib worden gebruikt). Voor N en K kan met specifieke stromen, zoals mestverwerkingsproducten of protamylasse, worden bijgestuurd.

Organische stof: Met het toevoegen van reststromen kan ook worden gewerkt aan het organische stof gehalte in de bodem. Hierover kan kort gezegd worden dat bewust bezig zijn met organische stof (monitoring, opstellen OS balans, goed bouwplan met voldoende toevoer) een goede eerste stap is. Waar precies het optimum ligt en wat de meerwaarde is van extra vastlegging boven dit optimum moet verder worden onderzocht. Naast praktische obstakels die dit met zich meebrengt (denk aan goede meetmethoden OS bepaling), zorgt een verhoogd OS gehalte in de bodem ook voor hogere CO2 productie vanuit de bodem en het risico op verhoogde uitspoeling van nutriënten, lachgasvorming en andere effecten (CDM 2017).

- Inzet op minder afbraak door te letten op grondbewerking
- Vastlegging C door bouwplan: rustgewassen, groenbemesters, niet afvoeren gewasresten
- Toevoegen externe organische stof (dierlijke mest, compost, andere organische reststromen)

Overig: Introduceren van een duurzaamheidslabel/keurmerk/concept. Door een duurzamer alternatief aan te bieden kunnen duurzaamheidmaatregelen bij telers en ketenpartijen verrekend worden in de kosten.

Waar past de hotspot bemesting en grondverbetering in de roadmap?

Korte termijn: Veruit de meeste van de grondstofstromen uit tabel 3 kunnen direct toegepast worden om nutriëntkringlopen beter te sluiten en bodemkwaliteit te verbeteren. Uitzonderingen hierop nutriëntenconcentraat als kunstmestvervanger en struviet uit huishoudelijk slib.

- Telers: toepassen makkelijk inzetbare reststromen, zoals bermmaaisel en hekkelspecie. Probeer in coöperatief verband de logistiek en verwerking op te zetten
- Telers: bewust letten op bodemgezondheid en organische stof (monitoring, opstellen OS balans, goed bouwplan met voldoende toevoer)
- The Potato Valley: ondersteunen met kennis; actief verandering in sector vormgeven als kennisplatform
- Overheden: faciliteren proces rond wet- en regelgeving, o.a. door deel te nemen aan programma Circulair Terreinbeheer. Consistente visie en consequente visie en stimulering van kringlooplandbouw
- Kennisinstellingen**:** doe onderzoek naar alternatieve bouwplannen en leg daarin ook een link naar beschikbaarheid van regionale grondstoffen bij opschaling. Zet naast deze kennis ook in op belangrijke knelpunten als economie, wet- en regelgeving en gedrag.

Middellange termijn: Dit zal naar alle waarschijnlijk gangbaarder worden op middellange termijn. Implementatie van de coöperatie dat efficiënter grondstofgebruik stimuleert zou al korte tot middellange termijn gedaan kunnen worden.

- Telers: toepassen minder makkelijk inzetbare reststromen. Nutriëntenconcentraat kan momenteel ook al toegepast worden, alleen nog niet als kunstmestvervanger. Struviet uit huishoudelijk slib wordt momenteel de afvalstatus toegekend maar kan voldoen aan de grondstof status mits het proper gehygiëniseerd is (M. , Evers et al., 2016; van der Grinten & Spijker, 2018b)
- Telers: onderzoek naar effecten van alternatieve bouwplannen. Bijdragen aan doelstellingen als meer eigen stikstofbinding, of toekomstbestendig richting nieuwe teelten voor bouw, voedsel of chemie
- The Potato Valley: ondersteunen met kennis; actief verandering in sector vormgeven als breed kennisplatform. Spil in web tussen kennisinstellingen, telers, handel en maatschappij.
- Handelshuizen: onderzoek en implementeren van alternatieve rassen met grotere nutriënten efficiëntie

Lange termijn: Het kan zijn dat er in de toekomst vanuit een andere invalshoek gekeken wordt naar grondstofstromen en er een andere selectie gemaakt dient te worden. Daarom wordt er aangeraden om de uitgeselecteerde stromen niet te vergeten en te herzien in de verdere toekomst. De uitgeselecteerde grondstofstromen zijn gegeven in bijlage 7.9.

- Boeren: herzien van toepasbare grondstofstromen in de toekomst op basis van nieuw onderzoek en inzichten
- Boeren/handel: in coöperatief verband opzetten biomassa en bioraffinage hubs. De nieuwe teelten kunnen nog beter worden ingezet in hun eindtoepassingen, wanneer er op centrale plekken een verwerkingsstap plaatsvindt. Hier kunnen laag volume, maar hogere waarde inhoudsstoffen worden gewonnen. Wat overblijft kan in de landbouw worden ingezet.
- Handelshuizen: Meer toepassen van aardappelzaad op plekken waar dit past.

Stromen	Grootte stroom	Percentage vraag TPV			Percentage vraag TPV		Risico's
	In tonnen	*%N*	*%P2O5*	*%K2O*	*%OS*	*%EOS*	
Vaste rundermest (met stro)	218 185	5,3	8,8	6,0	182,3	128,2	
Rundveedrijfmest	18 174 000	79,5	88,5	106,1	6956,1	1463,3	
Varkensdrijfmest	451 000	4,0	6,6	3,0	104,5	18,9	
Pluimveemest	229 000	43,5	104,4	29,0	513,6	50,5	
Natuurgras	594 290	8,7	11,7	10,8	448,5	33,5	
Bermgras	110 580	1,4	1,9	1,7	83,5	6,2	
Houterige stromen	335 120	18,9	17,7	11,3	692,8	175,9	
Spuiwater	14 530	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	
Nutrientenconcentraat *	451 000	16,3	2,4	19,0	34,0	3,4	
Struviet huishoudelijk slib	8 280	6,4	84,7	0,0	0,0	0,0	
Struviet aardappelindustrieslib	3 820	2,9	39,1	0,0	0,0	0,0	
Gips (puur)	8 780	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Eierschalen	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Verenmeel	7 810	12,2	1,4	0,1	39,0	3,0	
Steenmeel *							
Nefelien syeniet *	168 000	0,0	0,0	126,3	0,0	0,0	
Feldspar *	3 015 000	0,0	0,0	3542,9	0,0	0,0	
Aardappelreststromen							
Aardappelschillen	29 760	0,9	0,7	1,4	153,2	9,2	
Aardappelsnippers	12 480	0,4	0,4	0,6	53,8	3,2	
Aardappelpersvezels	241 650	5,5	2,9	10,2	1250,6	74,7	
Protamylasse	61 830	18,4	26,0	66,0	143,3	4,3	
Kriel	126 670	5,1	5,3	9,0	546,3	32,6	
Suikerbietreststromen							
Bietenpersvezels	418 600	16,7	10,2	8,4	2112,2	220,8	
Bietenstaartjes	22 830	0,8	1,3	0,6	61,5	6,4	
Betacal	45 670	3,5	49,2	1,7	22,2	1,7	
Graanverwerkingsafval							
Graanbijproducten	41 670	7,6	8,1	1,9	171,8	16,2	

*Tabel 6 Overzichtstabel van de geselecteerde grondstofstromen tezamen met hun grootte en potentie om NPK- en EOS-behoefte van The Potato Valley te vervullen. In deze kolommen betekent een groene kleur volledige vervulling van behoefte en geel een aanzienlijke vervulling van de behoefte. Tevens zijn de risico's (groen: niet risicovol, geel: gemiddeld risicovol, rood: risicovol) weergegeven. *Gebaseerd op hoeveel er potentieel beschikbaar zou kunnen komen. Dit is momenteel niet het geval.*

4.2. Energie

Het jaarlijkse elektriciteitsverbruik van The Potato Valley bedraagt 28,6 GWh, wat correspondeert met een impact van 18,6 kton CO_2-equivalenten als gevolg van het opwekken van de energie. Van deze energiebehoefte wordt 90% verbruikt bij het koelen van de zaaiui en de pootaardappel. Het resterende wordt toegepast bij het aandrijven van sorteermachines. Er zijn verschillende mogelijkheden voor het verlagen van de uitstoot als gevolg van elektriciteitsverbruik. In de eerste instantie is reductie van elektriciteitsverbruik een optie, terwijl het lokaal opwekken van energie een ingrijpendere oplossing biedt.

Aangezien de koeling van de producten veruit de meeste energie vraagt, is er met een oplossing hiervoor de meeste winst te behalen. Radiatieve koeling is een passieve methode die de energieconsumptie voor het koelen tijdens de opslag van gewassen kan reduceren. De radiatieve koeler opereert als een omgekeerd zonnepaneel, waarbij de warmte wordt uitgestraald vanuit een verwarmde vloeibare stroom naar de lucht of ruimte in de vorm van straling. De energiebesparing bij het toepassen van radiatieve koelingsapparatuur kan oplopen tot 500 kWh/jaar m^2, tegenover een zonnecelopbrengst van 136 kWh/jaar m^2 in Nederland. Dit is een efficiëntieslag qua oppervlakte van 3,7, met een verlies van gewicht met een factor 1,7. De radiatieve koelingscellen kunnen in serie of parallel via een warmtewisselaar worden gekoppeld aan een traditioneel mechanisch koelsysteem. In de praktijkproeven worden hier energiebehoefte reducties tussen de 10 en 40% mee behaald (*24/7 Electricity-Free Cooling*, 2021), wat correspondeert met een reductie van 1,9 tot 7,4 kton CO_2 equivalenten voor The Potato Valley.

Tabel 7: Potentiële situatieschets vergisting: De hoeveelheden en de biogaspotentie van gewasresten binnen The Potato Valley zijn weergegeven in deze tabel. De potentiële biogasopbrengst is vervolgens berekend en vertaald naar de elektriciteit inclusief de vermeden elektriciteitsimpact.

Biogas naar elektriciteit				**Fossiele Elektriciteit vermeden**
Gewasresten TPV	**Hoeveelheid** (kton)	**Biogas** [1] (m3/kg ds)	**Elektriciteit** [2] (kWh)	**Impact** [3] Kton CO2-eq
Pootaardappelloof	64,8	0,75	120 071 800	78
(Winter)tarwestro	60,8	0,31	46 546 110	30
(Winter)tarwestro	20,7	0,31	15 825 680	10
Uienloof	18,6	0,59	45 522 030	30
Suikerbietenloof	31,2	0,73	33 560 160	22
Totaal:	**196,1**		**261 525 782**	**170**

[1] (Zwart et al., 2004a)
[2] (Clevering-Loeffen et al., 2011)
[3] Impact van elektriciteit: 0,65 kg CO2-eq / kWh
Electricity, low voltage (NL) market for, cut-off S; Ecoinvent database; impact methode: IPCC 2013 100a

Compensatie met lokale groenere methodes van energie opwekken zou ook een mogelijkheid zijn. Bij het verbouwen van gewassen komen gewasresten vrij die tot nu toe op de akker als grondverbeteraar worden gelaten. Als alle gewasresten (zie tabel 4) vergist worden is het mogelijk om 262 GWh per jaar op te wekken, wat ruim aan de energiebehoefte van The Potato Valley voldoet. Realistisch gezien is het dus mogelijk om na energiebehoefte reductie, aan de energiebehoefte te voldoen door een gedeelte van de gewasresten te vergisten. Echter dient ook een kanttekening te worden geplaatst. Vergisten van waardevolle stromen, en daarmee de afbraak van organisch materiaal, staat

in contrast met de doelstelling rond verbeterd organisch stofbeheer. Vergisten kan dienen als laatste optie in de keten van organisch materiaal, met name voor anderszins risicovolle stromen .. Het is belangrijk om organisch materiaal op het land te houden ten behoeve van de kwaliteit van de grond. Mede daardoor dient deze tabel puur ter indicatie.

4.2.1. Knelpunten

Om een duidelijk beeld te scheppen van het energieverbruik op een doorsnee pootaardappelboerderij, zullen de verschillende handelingen voor de oogst en de opslag moeten worden beschreven.

Gedurende de zomer staat de opslagloods leeg en eind augustus komt de oogst van de pootaardappel op gang en tot het begin van oktober wordt de loods gevuld. In september wordt er intensief geventileerd en in oktober is het gebruikelijk om de aardappelen droog te blazen met lucht. Een deel van het pootgoed wordt in de herfst al vrij snel na de oogst afgeleverd. Tot het afleveren in het voorjaar worden de aardappelen tijdens de winter koel rond de ~4 °C bewaard. Sortering vindt plaats tussen oktober en februari, wat eerst, afhankelijk van het ras, opwarming tot rond de ~8 °C van de te sorteren aardappelen vergt. Het stabiel houden van deze temperaturen en het bewerkstelligen van deze temperatuurveranderingen is de grootste kostenpost qua energieverbruik, vooral gedurende de nacht. Eind april zal de schuur leeg zijn, wat in een lage energiebehoefte gedurende de periode tussen mei en augustus leidt.

Vanuit deze beschrijving wordt duidelijk dat de hoogste energiebehoefte tijdens de winter en de nacht is. Dat betekent dat zonnecellen, waarbij de opbrengst het hoogst in de zomer en gedurende de dag is, en windmolens, waarbij de opbrengst het hoogst is tijdens de dag, inadequaat zijn om te voldoen aan de energiebehoefte kunnen zijn. Tegenwoordig worden er al op veel plaatsen in het energienet overschotten geobserveerd van energie opgewekt door zonnepanelen. Daarom is het niet meer mogelijk om de overige energie van nieuw aangelegde zonnepanelen en windenergie aan te voeren op het nationale elektriciteitsnet.

Naast dat de behoefte aan energie kan worden vervuld met groene methoden van energie opwekken, kan de energiebehoefte ook gereduceerd worden. Hierbij zijn kosten, gebruiksvriendelijkheid en installatiegemak belangrijke overwegingen.

4.2.2. Oplossingen

Een direct beschikbaar alternatief voor de huidige energiesituatie is de toepassing van **kleinschalige windmolens en zonnepanelen**. Op de korte termijn kan het dag nacht verschil in energiebehoefte worden gecompenseerd met lokale (op de boerderij) elektriciteitsopslag.

Op de langere termijn zal de capaciteit van het nationale net verbeterd worden met de aanleg van nationale elektriciteitsopslag. Dit biedt de mogelijkheid voor het ontsluiten van meer zon- en windenergie aangelegd bij boerderijen.

Een ander direct toepasbare energiebesparingstechniek komt in de vorm van de warmtepomp. Een warmtepomp kan op twee niveaus toegepast worden binnen de context van een opslagloods. Zo kan een **warmptepomp** als koeltechniek of gebruikt worden als energiebesparende methode binnen het droogs- en verwarmingssysteem. Als koeltechniek is het bestemd voor het verlagen van het energieverbruik tijdens het koelen door lage buitentemperaturen te gebruiken voor het reduceren van de ruimtetemperatuur. Mits het de functie van de koelmachine volledig vervangt, dan kan een agrarisch bedrijf in aanmerking worden gebracht voor een Energie-Investeringstechniekaftrek (EIA), wat een fiscaal voordeel geeft (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2022).

Bij een warmtepomp binnen het droogs- en verwarmingssysteem wordt een ingaande (ventilatie) luchtstroom ontvochtigd, waarna de onttrokken warmte weer aan de lucht wordt afgegeven. Om in aanmerking te komen voor de EIA mogen alleen halogeenvrij en

natuurvriendelijke koudedragers, zoals CO_2 en NH_3 worden toegepast. Ook zal het systeem niet mogen worden geïnstalleerd aan hand van de koelvraag (J. Kamp et al., 2010).

Bij het eerste niveau kan binnen een opslagloods een energiebesparing tot 30% worden gehaald(Kamp et al., 2010). De energiebesparing bij het tweede niveau is nog onduidelijk. In beide gevallen zullen nog haalbaardheidsstudies moeten worden uitgevoerd om de financiële rendabiliteit binnen de context van de pootaardappel te onderzoeken.

Casestudies voor **radiatieve koeling** in supermarken voor het koel houden van voedselproducten zijn gedaan in de VS. In deze context dient er onderzocht te worden of de technologie rendabel is voor het toepassen bij het koelen van de verbouwde gewassen in The Potato Valley. Relevante vraagstellingen zullen zich moeten richten op locatie, framewerk en financiële rendabiliteit. De technologie is nog niet commercieel beschikbaar, ook niet in de VS, wat toepassing, ondanks de technologische gereedheid, verder in de toekomst plaatst. Daarom zal de technologie pas over 4 á 10 jaar beschikbaar zijn. Mits toegepast, dan is het mogelijk om van 1,9 tot 7,4 kton CO_2 equivalenten te besparen binnen de regio van The Potato Valley.

De **gewasresten-vergistings-techniek** is reeds ontwikkeld. Maar wat onduidelijk is, is hoeveel van de gewasresten gewonnen kunnen worden zonder dat het een negatieve invloed heeft op de bodemkwaliteit. Wat ook overwogen moet worden is welke gewasresten het beste vergist kunnen worden, samen met de ontwikkeling van de techniek om het van het land te halen. Daarnaast zal onderzocht moeten worden welke vorm het netwerk gaat krijgen: lokale vergisting of centrale vergisting. De ontwikkeling van de oogsttechniek en het netwerk zouden voltooid kunnen zijn tussen 2024 en 2030.

Een alternatieve minder onderzochte energiebesparende methode zou eventueel nog gevonden kunnen worden in het gebruik van **indirecte bevochtigingskoeling**. Tegenwoordig kan een bedrijf met het toepassen van directe bevochtigingskoeling apparatuur al in aanmerking komen voor de EIA, maar dit is alleen in de context van bevochtigingsapparatuur (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2022). Voor koelingsdoeleinden met uitgaande droge lucht is preliminair onderzoek noodzakelijk gezien deze indirecte bevochtigingskoeling klimaat- en toepassingsafhankelijk is. Door beide variabelen is het niet duidelijk of bevochtigingskoeling rendabel is in Noord-Nederland voor de opslag en koeling van gewassen. Na 2030 zal deze technologie pas beschikbaar zijn voor The Potato Valley.

Waar past de hotspot Energie in de roadmap?

Korte termijn: Op de korte termijn zal lokale opslag van energie kunnen compenseren voor de dal en piekspanningen die het resultaat zijn van hernieuwbare energieopwekkingsmethoden, zoals zonne-energie en windenergie.

Warmtepompen zijn een reeds gecommercialiseerde techniek. Voor het toepassen van een warmtepomp als aansluiting op het droogs- en verwarmingssysteem, is er al een EIA regeling om (een gedeelte van) de kosten te dekken. Om in aanmerking te komen voor een EIA regeling voor het toepassen van een warmtepomp als koelingsmechanisme, is een totale vervanging van het bestaande systeem nodig. Dit brengt een meer ingewikkeldere installatie met zich mee.

- Telers kunnen investeren in lokale korte termijnopslag van lokaal gewonnen elektriciteit.
- The Potato Valley kan bewustwording creëren voor alternatieven.
- Overheden kunnen warmtepompen, die niet als volledige vervanging van koelsystemen dienen, als nog in aanmerking laten komen voor de EIA regeling

Middellange termijn: Radiatieve koeling sluit goed aan op al bestaande koelingstechnieken, maar voor de commercialisatie van radiatieve koeling in de context van Potato Valley is nog onderzoek nodig.

- Telers kunnen de investering in radiatieve koeling aangaan als betere besparingsmaatregel als alternatief voor zonnecellen.
- The Potato Valley kan bewustwording creëren voor alternatieven.
- Overheden kunnen, na commercialisatie en bewustwording, ook radiatieve koeling opnemen binnen de EIA regeling.

Lange termijn: Om de energiebehoefte op te vangen met vergisting van overige gewasresten, zal er eerst een langdurig en concreet onderzoek moeten worden gedaan naar de gevolgen voor de bodemkwaliteit. Dit onderzoek en het ontwikkelen van de infrastructuur zouden voltooid kunnen zijn tussen 2024 en 2030.

Verder weg is het toepassen van bevochtigingskoeling i.v.m. gebrekkige kennis in de context van The Potato Valley. Hiervoor zal eerst langdurig onderzoek moeten worden gedaan. Na 2030 zal deze technologie pas beschikbaar zijn voor The Potato Valley.

Op de lange termijn zal het Nederlandse elektriciteitsnet meer robuust zijn gemaakt door het ontwikkelen en aanleggen van lange-termijnopslag van elektriciteit. Dit geeft de ruimte voor boeren om meer zonnecellen en windmolens aan te leggen om energie te leveren aan het nationale net.

- Kennisinstellingen kunnen bevochtigingskoeling in de context van Potato Valley onderzoeken.
- The Potato Valley kan bewustwording creëren voor alternatieven.
- The Potato Valley kan het onderzoek naar de mogelijkheid van vergisting bekostigen en aanzetten.
- Overheden moeten gaan inzetten op het robuust maken van de Nederlandse elektriciteitsinfrastructuur door te investeren in lange termijnopslag.

4.3. Brandstof - Teelt

Tijdens de teelt van pootaardappelen wordt diesel gebruikt voor het aansturen van machines. Vrijwel alle telers hebben hiervoor een eigen brandstofopslag op het erf, op een enkeling na die dicht genoeg bij een regulier tankstation zit. The Potato Valley heeft een brandstofvraag van ongeveer 8,1 miljoen liter diesel voor een volle rotatieteelt cyclus. Dit veroorzaakt daarbij een impact van 37,7 kiloton CO_2-equivalenten. Technologische ontwikkelingen op het gebied van efficiëntere motoren zou de impact in de toekomst kunnen verlagen. Om echt grote stappen te zetten zal er echter naar alternatieve brandstoffen moeten worden gekeken. Daarbij is het van belang dat de alternatieven op het erf beschikbaar zijn. Mogelijke alternatieven zouden kunnen zijn (o.a. genoemd in persoonlijke communicatie Future Fuels):

- Hernieuwbare diesel
- Waterstof
- Elektrisch

Brandstof uit hernieuwbare grondstoffen: Hernieuwbare diesel

HVO-diesel (*Hydrotreated Vegetable Oil*) is een hernieuwbare diesel die ook wel bekend staat als renewable diesel of blauwe diesel. Deze diesel is in tegenstelling tot normale diesel gemaakt van hernieuwbare grondstoffen, zoals plantaardige afvalolie producten uit de voedingsmiddelenindustrie en restafval (Neste, n.d.)(Fossylfrij Fryslân, n.d.). De grondstoffen hiervan worden geïmporteerd vanuit verschillende werelddelen. Zo komen de grondstoffen voor de productie van Neste renewable diesel in Rotterdam voornamelijk uit Aziatische landen waar veel wokolie wordt gebruikt. Ondanks de grote afstand heeft het transport een klein aandeel in de totale impact van dit hernieuwbaar dieselproduct. (pers. comm. Future Fuels). Er zijn meerdere varianten van hernieuwbare diesel op de markt: een 100% hernieuwbare diesel en mengvormen waarbij tussen de 20% en 50% hernieuwbare diesel is gemixt met normale diesel. Naast het vervangen van fossiele grondstoffen worden ook andere bijkomende voordelen gerapporteerd door de hogere brandstofkwaliteit. Bijvoorbeeld minder onderhoudskosten door verstopte brandstoffilters, minder problemen met de diesel onder koude weersomstandigheden en een betere brandstofefficiëntie (Boerderij.nl, n.d.)(Fossylfrij Fryslân, n.d.) (pers. comm. Future Fuels).

Andere energiebronnen: Elektriciteit en waterstof

Veelbesproken alternatieven voor fossiele brandstoffen zijn elektriciteit en waterstof. Beide maken gebruik van een elektromotor, maar de manier waarop de energie wordt aangeleverd verschilt. Bij elektrische aandrijving wordt er elektriciteit van het net opgeslagen in de batterijen van het voertuig. De opgeslagen energie wordt vervolgens gebruikt door de elektromotor. Bij waterstof is er een opslagtank in het voertuig aanwezig. In een brandstofcel wordt de waterstof met behulp van zuurstof uit de lucht omgevormd naar water, waarbij energie vrijkomt. Deze energie wordt vervolgens benut in een elektromotor. Er bestaat ook nog een tweede optie voor waterstof, waarbij deze brandstof in een verbrandingsmotor wordt toegepast, maar deze is minder efficiënt.

4.3.1. Knelpunten

Hernieuwbare diesel beslaat op dit moment maar een klein deel van de totale brandstoffen markt. Dit betekent dat de **beschikbaarheid** een rol gaat spelen als de vraag naar hernieuwbare diesel sneller groeit dan de ontwikkeling van de productiecapaciteit. Deze brandstof zal vooral een rol gaan spelen als **transitiebrandstof** totdat toekomstige hernieuwbare energiebronnen (zoals waterstof en elektriciteit) de rol kunnen overnemen. **Logistieke uitdagingen** kunnen ontstaan op het gebied van brandstofleveringen. Deze is afhankelijk hoe dekkend het leverend netwerk is en of er kan worden voldaan aan de brandstofvraag. In het Noorden van Nederland is de diesel op dit moment wel beschikbaar en te leveren aan telers met eigen brandstofopslag. De **prijs** van hernieuwbare diesel vormt een groot knelpunt. Als referentie gebruiken telers fossiele diesel terwijl de prijs van hernieuwbare diesel tussen de~ €0.10 en ~€0.20 cent hoger zit (Tamoil, n.d.) & (GP Groot, 2021). Het is voor hernieuwbare diesel niet haalbaar om de prijs te verlagen om verschillende

redenen: de kwaliteit van deze diesel is veel hoger (kwaliteitsaspect) en door de bewerkingsstappen en het productieproces (synthetisch product) de marges kleiner zijn. (per. comm. Future Fuels). Dit prijsverschil is te groot voor telers om zonder financiële gevolgen over te kunnen stappen (per. comm. H. Bos).

Met de huidige technologieën is het nog niet haalbaar om landbouwvoertuigen elektrisch te laten rijden, alhoewel er in laatste jaren wel nieuwsberichten naar buiten komen met nieuw ontwikkelde elektrische voertuigen. Knelpunten zoals **oplaadtijd** en de grote **energiebehoefte** houden een grote transitie onder andere nog tegen. Daarnaast mogen de machines ook niet te zwaar zijn op het land om schade aan de bodem te voorkomen. Voor waterstof moeten ook nog een aantal technologische sprongen worden gemaakt. Hierbij wordt de **beschikbaarheid** en **opslag** van het waterstof nog als knelpunt genoemd. Er is nog weinig waterstof beschikbaar en een efficiënte opslag en transport van productie- naar afneemlocatie missen nog. De impacts voor zowel elektrisch als waterstof kunnen sterk verschillen afhankelijk of voor de productie fossiele of groene energie wordt gebruikt.

In tabel 5 wordt inzicht gegeven in de effecten van beide typen hernieuwbare diesel alsmede het verschil in impact door het gebruik ervan.

Tabel 8 Overzicht gevolgen gebruiken van normale diesel en hernieuwbare diesel. Neste MY Renewable diesel bestaat voor 100% uit HVO-diesel, Blauwe diesel komt in mengvormen voor. Hier is de waarde voor 50% en 20% HVO diesel weergegeven.

Brandstoftype	Prijs per liter (€ / liter) [1]	CO2-reductie [2]	Maximale potentiële CO2-reductie (kton CO2-eq)
Diesel	1,849	0%	-
Neste MY Renewable Diesel	2,039	89%	33,6
Blauwe Diesel (50)	1,949	44%	16,6
Blauwe Diesel (20)	1,869	17%	6,4

[1] **Prijs** per 29-01-2022 GP Groot adviesprijzen – Inclusief BTW - Thuisleverantie
[2] **Impact reductie:**
Renewable Diesel (CO2 Saving Diesel, n.d.), (Fossylfrij Fryslân, n.d.), (Neste, n.d.)
Blauwe Diesel (20,50), (Future Fuels, n.d.)

Hernieuwbare diesel is een brandstof waar direct op kan worden overgestapt zonder aanpassingen aan gehele machines of motoren. Als de motor nog onder garantie staat moet er nog wel worden gecheckt of de machinefabrikant de EN 15940 certificering goedkeurt. Deze normering wordt door steeds meer fabrikanten vrijgegeven (Future Fuels, n.d.). De andere varianten zijn net als de fossiele brandstoffen EN 590 gecertificeerd. Ondanks de kleine markthoeveelheid is de verwachting dat het aandeel alsmede de vraag naar hernieuwbare diesel zal blijven groeien. De groei kan afremmen op het moment dat andere hernieuwbare brandstoffen een groter marktaandeel gaan krijgen. De verwachting voor de komende 10 – 15 jaar blijft dat hernieuwbare diesel als **transitiebrandstof** een rol kan blijven spelen. Voor 2050 is dit afhankelijk van de ontwikkelsnelheid van andere duurzame brandstoffen. Sinds 2018 bied LTO haar leden voordeel door collectief blauwe diesel in te kunnen kopen (LTO, n.d.).

Elektrisch rijden wordt voor personenvervoer steeds normaler in het dagelijkse straatbeeld. Hier en daar worden ook al elektrische trekkers aangekondigd, maar deze staan nog aan de start van de ontwikkeling. De waterstoftechniek is er (ZERauto, n.d.), maar het aandeel beschikbare waterstof is nog klein en niet groot uitgerold. Afhankelijk hoe snel de **technologische ontwikkelingen** gaan voor een van deze twee energiebronnen zal blijken

welke geschikter is om in te zetten bij landbouwvoertuigen. In de verre toekomst kunnen technieken zoals precisielandbouw, geautomatiseerde machines en andere technieken die de efficiëntie kunnen verbeteren de brandstofvraag verkleinen.

4.3.2. Oplossingen

Wanneer er hernieuwbare diesel wordt ingekocht is het voor telers onmogelijk om deze extra brandstofkosten door te rekenen naar de aardappelprijs door de competitieve marktwerking. Een **compensatie** op een ander vlak van de bedrijfsvoering zou een geschiktere mogelijkheid zijn om de gemaakte kosten te balanceren. Er zou bijvoorbeeld **nieuwe fiscale voordelen** kunnen worden ingesteld of onderdeel gemaakt kunnen worden van bestaande regelingen zoals de **energie investeringsaftrek (EIA)**, **Milieu investeringsaftrek (MIA)** of de **Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (Vamil)**. Een andere mogelijkheid is de boer te belonen door het vermijden van CO_2-uitstoot met een **CO_2-compensatieprijs** per gereduceerde hoeveelheid CO_2. Dit gebeurt bijvoorbeeld in de veenweidegebieden van Friesland waarbij certificaten kunnen worden gekocht door bedrijven die willen compenseren en de opbrengst gaat naar de telers die maatregelen op hun land nemen om de veenoxidatie te verminderen.

Brandstof - teelt

Korte termijn: Het is mogelijk om direct grote stappen te maken op het gebied van CO_2-reductie door over te stappen op een van de vormen van hernieuwbare diesel. De volgende knelpunten:

Prijsverschil huidige brandstoffen
Tussen conventionele diesel en de hernieuwbare diesel zit een prijsverschil (ongeveer tussen de €0.10 en €0.20). Dit zal naar verwachting niet in de buurt van fossiele diesel komen (100% HVO diesel). Om gebruik te stimuleren kan:

- De overheid inzetten op een stimuleringsregeling van duurzame brandstoffen, waarbij gebruik van duurzame brandstoffen wordt gestimuleerd of beloond. Ook kan er compensatie voor de boeren worden geregeld door bijvoorbeeld fiscale voordeelregelingen of beloning voor de CO2-reductie in vorm van een geldcompensatie.
- Een Handelshuis een optionele Eco-dienst aanbieden aan klanten waarvoor zij het transport verzorgen. Klanten die voor duurzaamheid zijn betalen daarvoor een extra bijdrage die de duurdere brandstofkosten kan dekken.

Transitiebrandstof
Hernieuwbare HVO Diesel kan als transitiebrandstof een rol spelen in de overgang van traditionele fossiele brandstoffen naar duurzame brandstoffen. Wie wil kan in principe direct overstappen. Om over te stappen kunnen:

- Telers de keuze maken hernieuwbare diesel laten leveren op hun bedrijf, het is immers al mogelijk. Wel moet de prijs van de diesel gecompenseerd worden omdat er anders geen animo is om over te stappen. Zelfs met de 20% HVO mix kan er ook al een grote stap worden gemaakt zonder een hele grote toename in kosten. Daarnaast moet er bereidheid zijn om iets aan het brandstofgebruik te gaan doen.
- Handelshuizen de ambitie uitspreken om alle interne bewegingen zo CO_2-neutraal mogelijk te verzorgen en uit te voeren.

Beschikbaarheid hernieuwbare diesel & Logistieke uitdagingen
Dit punt ligt buiten de invloedsfeer van The Potato Valley. Maar de volgende punten kunnen invloed hebben

- De beschikbaarheid van hernieuwbare diesel kan een probleem zijn als de vraag groter wordt dan het aanbod. Het is een type diesel met een beperkte hoeveelheid grondstoffen.
- In afgelegen gebieden kunnen logistieke uitdagingen ontstaan bij brandstofleveringen. In het gebied van The Potato Valley is dit niet het geval.

Middellange en lange termijn: Voor de middel en lange termijn moet blijken welke ontwikkelingen invloed kunnen hebben op de brandstoftransitie
Aanbod van hernieuwbare diesel

- Vraag en productiecapaciteit zal in de toekomst nog wel kunnen groeien, maar is gelimiteerd in het aanbod van hernieuwbare grondstoffen

Ontwikkelingen elektrisch rijden

- Kennisinstellingen: De ontwikkelingen op het gebied van elektrisch rijden gaan hard maar het moet nog uitwijzen welke rol dit precies kan gaan spelen voor de agrarische sector. Wanneer er machines worden ontwikkeld die potentieel interessant zijn voor de vollegrondsteelt kunnen de prestaties verder worden onderzocht door praktijkproeven. Bijvoorbeeld kleine zelfrijdende bemestingsmachines (per. Comm H. Bos)

Ontwikkelingen waterstof

- Kennisinstellingen: De uitdagingen van duurzame waterstofproductie en een efficiënte opslag moeten door onderzoek eerst worden opgelost voordat waterstof een groter aandeel binnen de brandstoffenmarkt in zou kunnen nemen

4.4. Verpakkingen

Bij de overdracht van de pootaardappelen naar een afnemer zijn vaak verpakkingen (1,8 kton) inbegrepen. Deze verpakkingen kunnen in de vorm van jutezakken (90%) of polypropyleen FIBCs (Flexible Intermediate Bulk Container of Big-Bag) (10%) komen.

De jutezakken worden vervaardigd met jute dat in landen zoals India wordt verbouwd, terwijl er lokaal te verbouwen vezelgewassen, zoals vlas en vezelhennep, beschikbaar zijn als alternatief. Oost-Groningen is al een centrum voor het verbouwen van vezelhennep in Nederland met 82% van de Nederlandse productie (Metabolisme Van Noord-Nederland, 2018) van het gewas. Met de aanname dat vezelhennep 1,8 ton vezels kan produceren per hectare, is af te leiden dat met 438 ha te voldoen is aan de natuurvezelbehoefte van The Potato Valley. Vezelhennep kan fungeren als een rustgewas ter gedeeltelijke vervanging van andere rustgewassen binnen de rotatieteelt, zoals wintertarwe. Er zijn veel voordelen aan het verbouwen van vezelhennep als vervanging van wintertarwe (Tabel 9), zoals reducties in milieubelasting, emissies en N-bemesting. Hier staat tegenover dat de financiële opbrengst van vezelhennep 865 €/ha, terwijl de saldo opbrengst van wintertarwe 1 343 €/ha is. Door vezelhennep in plaats van wintertarwe te verbouwen is het mogelijk om ook nog 0,33 kton aan CO_2-equivalenten te besparen. Daarnaast biedt de teelt van hennep een significante reductie in uurbesteding binnen een landbouwbedrijf, wat al veel telers motiveert om hennep te gaan telen. Indirect gezien zijn er ook voordelen bij de teelt van hennep doordat de wortelstructuur en bodemwerking van het gewas de bodemkwaliteit verbeteren (Amaducci et al., 2008). Dit heeft dan een duidelijke positieve werking op de opbrengst van wintertarwe als dit in de jaren daarna op die specifieke grond geteeld wordt (Gorchs et al., 2017). Een gesprek met de hennepproducten producerende en teelt-faciliterende Hempflax heeft uitgewezen dat dit ook geldt voor opvolgende teelt van gewassen zoals suikerbieten. Op het moment produceert Hempflax producten uit 3,0 kton aan lange hennepvezels, wat theoretisch al makkelijk aan de 1,6 kton behoefte aan vezelmateriaal van The Potato Valley zou kunnen voorzien (HempFlax (M. Reinders), 2022).

De groeiende kosten voor het toepassen van jute is een additionele drijver voor het gebruik van alternatieven. Deze groei is het resultaat van een grote stijging in vraag naar jute als resultaat van toename in de vraag naar biogrondstoffen, zoals natuurlijke vezels.

Tabel 9 Overzicht van de milieu impact en bemestingswaarde tussen wintertarwe en hennep. MBP staat voor de milieubelastingspunten (Agrimatie, 2021),(HempFlax (M. Reinders), 2022). *Ook de stikstofbehoefte is weergegeven.*

Variabele	Wintertarwe[1]	Hennep[1]
MBP_{water}	750	0
MBP_{grond}	2500	0
MBP_{bodem}	200	0
Emissies (kg CO2-eq/ha)	2250	1500
N-bemesting (kg/ha)	245	110
Uurbesteding (uur/ha)	4	12

Verder wordt er nog 0,15 kton aan polypropyleen FIBCs gebruikt. Het type FIBC dat voor voedselproducten wordt gebruik is veelal ontworpen voor eenmalig gebruik. Deze FIBCs kunnen worden hergebruikt door ze schoon te maken en te repareren. Daarnaast is het mogelijk om lokaal gerecycled polypropyleen toe te passen bij de vervaardiging van de garens die nodig zijn voor het maken van de grote zakken. Een blend van 30% gerecycled polypropyleen en 70% virgin polypropyleen kan emissies reduceren van 0,44 kton naar 0,33 kton CO_2-equivalenten. Wat een significante reductie van de uitstoot is. Dit is ook het streefpercentage van gerecycled materiaal in de FIBCs van LC Packaging (LC Packaging (J. van Dijk, 2022).

4.4.1. Knelpunten

Circulair gebruik van FIBCs kan bereikt worden met **revalidatie** (schoonmaken, repareren en hergebruiken) en het toepassen van **gerecycled materiaal**, al dan niet het toepassen van gerecycled materiaal uit polypropyleen FIBCs. Het revalideren van FIBCs in Nederland is tot op heden lastig i.v.m. de variërende toestand van inkomende zakken. Vooral zakken die gebruikt zijn voor het opslaan van aardappelen bevatten grond, wat voor fytosanitaire problemen kan zorgen. FIBCs worden dan ook vaak voor eenmalig gebruik gemaakt. Soms vindt er een **luchtdrukwas** plaats, maar deze is vaak niet voldoende om de FIBCs volledig te revalideren. Ook zijn de FIBCs die naar het buitenland gaan vaak lastig terug te halen door de afwezigheid van een **inzamelingsinfrastructuur**. Deze FIBCs zijn niet direct terug te voeren met het aanvoerende transport, gezien het transport vaak vanuit het buitenland komt. Daarnaast is er sprake van een variatie in **chemische contaminatie** wanneer FIBCs uit het buitenland komen. In dit geval worden bijvoorbeeld te hoge loodconcentraties geconstateerd.

Het toepassen van volledig rPP (gerecycled polypropyleen) is (nog) niet mogelijk door **gedegradeerde mechanische eigenschappen** als resultaat van de verwerking van afvalpropyleen. Daarom worden producten met rPP gemaakt van een mengsel tussen rPP en niet gerecycled PP. Dit gerecycled PP kan optimaal circulair gewonnen worden uit afgekeurde FIBC's, of, iets minder circulair, uit maatschappelijk plastic afval. Het gebruik van rPP in een 30/70 blend leidt tot een reductie van 0,11 kton CO_2-equivalenten.

Het toepassen van rPP draagt een aantal overeenkomstige knelpunten met het revalideren van FIBC's. Zo is een **luchtwas** van FIBC's onvoldoende voor de nodige schoonmaak. De achterbleven restanten beschadigen extrusiepers-machines die essentieel zijn voor het verwerken van afval PP tot rPP. Daarnaast zijn **chemische contaminaties** uit buitenlandse FIBC's, zoals lood, ook een probleem voor het toepassen van rPP voor voedseltoepassingen. Een vergelijkbaar probleem kan geconstateerd worden met afval PP uit het buitenland. Het afval PP is in dit geval onvoorspelbaar in kwaliteit, want vaak worden er chemische contaminaties waargenomen. Deze chemische contaminaties mogen niet meegedragen worden naar producten die toegepast worden binnen de voedselketen. Als laatste is het lastig om rPP uit Nederlandse FIBC's of Nederlands maatschappelijk afval te gebruiken voor het fabriceren van nieuwe FIBC's uit rPP mengsels. De **verwerkingsstappen** voor het fabriceren van FIBCs (het spinnen en weven) zijn namelijk **afwezig in Nederland**. In dit geval betekent dat het afval hier in Nederland ingezameld wordt, vervoerd wordt naar het buitenland, verwerkt wordt tot FIBCs en dan weer teruggevoerd wordt naar Nederland.

Vezelhennep wordt al geteeld in het oosten van Groningen, dus de kennis is er al. Dit betekent dat de implementatie van vezelhennep als rustgewas in de gewasrotatie vrij snel toepasbaar is, waardoor hennepzakken in de nabije toekomst inzetbaar kunnen zijn. Echter, zal het een paar jaar duren voordat telers vezelhennep hebben opgenomen in hun gewasrotatie en er een **productielijn** is opgezet in Noord-Nederland voor hennepzakken. Tot nu toe zijn namelijk de spin- en weeffaciliteiten nog afwezig in Nederland (HempFlax (M. Reinders), 2022).

Vroeger was er sprake van een probleem met de afzet van het hennepmateriaal, maar tegenwoordig is de vraag zo aan het groeien dat daar geen sprake meer van is (HempFlax (M. Reinders), 2022).

4.4.2. Oplossingen

Voor de mogelijkheid voor het terughalen van de FIBCs uit het buitenland is niet direct een oplossing. Er moet dan eerst een **inzamelingsketen** daar ontwikkeld worden en er is geen duidelijke blik op wanneer dat zou kunnen zijn. Deze inzamelingsketen is gelukkig wel al in Nederland aanwezig, wat de revalidatie faciliteert. Voor het revalideren of recyclen is er een betere optie dan de luchtdrukwas nodig. Deze is al in ontwikkeling in de vorm van een **waterwas** en zal op de korte termijn beschikbaar komen. Het gebruik van een **toepassing- en locatiepaspoort** geeft de optie om chemisch gecontamineerde FIBCs vroegtijdig uit te sorteren. Een dergelijk paspoort is al in ontwikkeling bij LC Packaging.

Wat betreft het toepassen van rPP zal er een **paspoort** voor **gerecyclede polymeren** moeten komen. Dit paspoort zal dan het gebruik en de locatie traceerbaar maken, zodat gecontamineerde afvalstromen vermeden kunnen worden. Een voorbeeld zou het materiaalpaspoort voorgesteld door AVK Plastics B.V. kunnen zijn (AVK Plastics B.V., 2018)(Alliander, 2020). Eerst zal het beter zijn om gerecycled materiaal uit India toe te passen. Voor het toepassen van lokale Nederlandse grondstoffen moet de **Nederlandse verwerking- en fabricageketen** eerst ontwikkeld worden. Voor een verbeterd functioneren van deze keten kan er gekeken worden naar Adivalor in Frankrijk. Adivalor verzamelt tegenwoordig 8.000 ton aan FIBCs, wat 90% van alle Franse FIBCs betreft, in en categoriseert elk FIBC op kwaliteit en gebruikshistorie. Deze FIBCs worden dan aan de hand van deze criteria in bulk geleverd aan recyclingbedrijven die deze criteriaeisen hebben en er dus veel waarde voor bieden. Adivalor is georganiseerd met het oog op duurzaamheid door samenwerking tussen Franse agrobedrijven, landbouwcommissies en boerenbonden (Adivalor, 2022)(LC Packaging (J. van Dijk, 2022). de Nederlandse recyclingketen te verbeteren, kan dit als inspiratie dienen voor dergelijke bedrijven of consortia in Nederland.

In Nederland zijn de faciliteiten voor het spinnen en weven van hennepvezels tot nu toe nog afwezig. Inspiratie zou eventueel op kunnen worden gedaan door de experimenten die worden uitgevoerd in Frankrijk met spin- en weefinstallaties die normaliter gebruikt worden voor vlasvezels. De verwachting is dat tussen de 5 á 10 jaar deze installaties in Nederland beschikbaar zullen zijn (HempFlax (M. Reinders), 2022).

Waar past de hotspot verpakkingen in de roadmap?

Korte termijn: FIBCs gefabriceerd van gerecycled polypropyleen zullen op de korte termijn al beschikbaar komen via partijen LC Packaging. Het revalideren van FIBCs wordt ook binnenkort mogelijk gemaakt door het vervangen van de luchtwas door de waterwas. Deze waterwas is al verder in de ontwikkeling. In beide gevallen zal er voor optimaal circulair gebruik behoefte zijn aan een productpaspoort, zodat er rekening gehouden kan worden met locatie en gebruiksafhankelijke chemische contaminaties. Dit FIBC paspoort is al in ontwikkeling en zal binnenkort beschikbaar zijn.

- Handelshuizen kunnen kwaliteits- en duurzaamheidsdepartementen meer harmoniseren. Tot nu toe mogen gerevalideerde FIBCs niet gebruikt worden, terwijl de kwaliteit en toestand wel geschikt is. Dit zou een oplossing kunnen bieden.
- Agrobedrijven kunnen pleiten voor het verspreide gebruik van een FIBC paspoort.
- Overheden, op Nederlands en EU niveau, zouden eventueel het gebruik van het FIBC paspoort verplicht kunnen stellen.

Middellange termijn: Het gerecyclede polypropyleen plastic dat als grondstof dient voor de garens voor het spinnen van FIBCs kan verontreinigd zijn met chemische contaminaties. Net als bij de FIBCs zou een materiaalpaspoort een oplossing kunnen zijn. Het materiaal paspoort, zoals voorgesteld door AVK Plastics B.V., zou verdere tractie binnen de materialen markt moeten krijgen.

- The Potato Valley kan inspiratie opdoen door Adivalor in Frankrijk en een overkoepelende organisatie opzetten voor het inzamelen, categoriseren en afleveren van FIBCs in bulk.
- Overheden kunnen inzetten op het naar de regio halen van partijen in de verwerkings- en fabricageketen (zowel voor plastics als voor hennep). Denk aan schoonmaken, spinnen, weven.

Lange termijn: Voor het volledig circulair toepassen van afgekeurde lokale FIBCs is er een Nederlandse verwerkings- en fabricageketen nodig. Deze zal pas op de lange termijn beschikbaar komen.

Voor het optimaal circulair gebruik van de FIBCs door volledige revalidatie en recycling moeten ook de FIBCs die naar het buitenland gaan worden toegepast. Hiervoor moet eerst inzamelingsinfrastructuur in het buitenland beschikbaar komen, maar dat zal pas op de lange termijn zijn.

- Overheden (Nederlands niveau) kunnen de ontwikkeling van de Nederlandse verwerkings- en fabricageketen voor FIBCs stimuleren door subsidiëring.
- Overheden (EU niveau) kunnen, met het oog op duurzaamheid, inzamelingsinfrastructuren in het buitenland verplicht stellen.

4.5.Transport

Het transport van pootaardappelen vindt voornamelijk op twee plaatsen in de keten plaats. Ten eerste wordt een klein deel van de aardappels getransporteerd naar een centraal distributiepunt. Ten tweede wordt het grootste deel direct getransporteerd aan klanten in binnen- of buitenland. Hierbij heeft voornamelijk de export naar het buitenland een zeer groot aandeel binnen de totale impact van de pootaardappelketen. Van de 451 kiloton goedgekeurde pootaardappels wordt er 351 kiloton geëxporteerd naar andere landen. Dit zijn niet alleen landen binnen West-Europa, maar ook landen in Centraal- en Oost-Europa, het Midden-Oosten, Afrika en Midden- en Zuid-Amerika.

Binnen Nederland wordt het grootste deel per vrachtwagen getransporteerd, maar naar de haven gebeurt dit ook al deels per binnenschip. De hoeveelheden verschillen echter per jaar (per. Comm. HZPC). De export naar het buitenland wordt voor Europa (inclusief Oost-Europa) standaard per vrachtwagen uitgevoerd. Per schip gaan er wel veel producten naar Griekenland, Cyprus en deels naar Portugal. Naar verre bestemmingen worden de pootaardappels op een paar uitzonderingen na per containerschip (en vrachtwagen) geëxporteerd. In de impact analyse kwam naar voren dat de export per truck een zeer groot aandeel heeft: afgerond 84 kton CO_2-equivalenten met vrachtwagens versus 8 kton CO_2-equivalenten per schip.

4.5.1. Knelpunten

Wanneer de pootaardappelen direct aan een buitenlandse klant worden verkocht, wordt in de meeste gevallen door de ontvanger zelf een **transporteur** geregeld. Opties om het transport door de handelshuizen te laten overnemen is hierdoor zeer waarschijnlijk niet haalbaar door een slechtere concurrentiepositie. Bijvoorbeeld de **transportkosten** kunnen in andere landen goedkoper zijn dan in Nederland. Daarnaast bepaalt de aanwezige **infrastructuur** van de landen de transportmogelijkheden sterk.

Transport binnen Nederland per schip biedt voor de handelshuizen extra **logistieke uitdagingen**: het transport naar de haven moet op tijd worden geregeld en dus moeten de pootaardappelen ook eerder bij de teler worden opgehaald. Soms is de tijdsplanning al krap wanneer het transport per vrachtwagen plaats vindt. Voor de teler gelden de logistieke knelpunten niet. Belangrijk voor hen is dat er gecommuniceerd wordt wanneer de pootaardappelen klaar moeten staan voor transport (per. Comm H. Bos). Daarnaast wordt al het transport per vrachtwagen geprobeerd zo efficiënt mogelijk in te delen. Bij binnenlands transport rijden vrachtwagens zoveel mogelijk met volle vrachten. Dit lukt echter niet altijd. Transport per trein is in het verleden wel ingezet, maar op dit moment niet meer interessant vanwege de tarieven of **transportkwaliteit**. Bijvoorbeeld door het ontbreken van koeling van de aardappelen. Deze koeling is noodzakelijk voor continentale gebieden. In vergelijking met transport per vrachtwagen hebben bovengenoemde alternatieven altijd voor- en na-transport over de weg nodig. Ook zijn er dan twee extra overslag momenten, waarmee er risico is op kwaliteitsverlies van de pootaardappelen. (pers. communicatie HZPC). Eventuele **extra kosten** door het vervangen van transport per vrachtwagen is een keer onderzocht door HZPC. Daaruit bleek dat voor binnen Europa er geen voordeel om de aardappelen per trein te vervoeren. Voor scheepstransport is het antwoord ingewikkelder. Deze is onder andere afhankelijk van de bestemming, aanwezige infrastructuur en het benodigde voor- en natransport. (pers. communicatie HZPC).

In de toekomst zullen er waarschijnlijk **technologische ontwikkelingen** plaatsvinden op het gebied van brandstoffen, techniek, en efficiëntie voor zowel vrachtwagens, schepen en treinen. Transportbewegingen kunnen dan optimaal worden ingepland met zuinige machines, duurzame brandstoffen en worden gekoeld waar nodig. Grote technologische ontwikkelingen zullen zeer waarschijnlijk pas op de lange termijn plaats gaan vinden. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan **autonoom transport** waarbij vrachten deels of helemaal zelfrijdend zijn. Of het inzetten van zeilen bij grote containerschepen bij gunstige winden. Door middel van onderlinge communicatie en berekenen van de beste tijdstippen kan het transport zo efficiënt mogelijk worden ingericht. Ook de volledige omschakeling naar **duurzame brandstoffen** zal naar verwachting een keer plaats vinden.

Informatie over transport wordt op dit moment al bijgehouden met een analyse programma. Deze biedt achteraf inzicht van alle gemaakte transportbewegingen en waar de grootste stromen heen gaan. In de toekomst zou dit kunnen worden ondersteund door met **voorspellende programmering** te kunnen anticiperen op de timing van afnemersvragen in de toekomst een bijdrage kunnen leveren. Hierdoor kan het transport beter worden afgestemd op de vraag en andersom.

4.5.2. Oplossingen

Voor het verduurzamen van transportbewegingen kan er ten eerste gekeken worden naar het vervangen van diesel door alternatieve brandstoffen tijdens de export. Dit aspect is al behandeld in *3.2.3. Brandstoffen - Teelt* en geldt ook voor transport. Additioneel kunnen handelshuizen de **ambitie** uitspreken om interne bewegingen zo **CO_2 neutraal** mogelijk te verzorgen. Dit kan namelijk goed worden gestimuleerd en kosten kunnen verantwoord worden zonder andere externe partijen te moeten overtuigen. Bij transport naar klanten die door een handelshuis zelf worden verzorgd zou optioneel duurzaam kunnen worden uitgevoerd waarvoor een extra bijdrage wordt gevraagd: een extra *duurzame-service*. Klanten die dit belangrijk vinden zouden hiervoor bereid kunnen zijn meer te betalen waardoor de hogere brandstofkosten gedekt blijven voor het handelshuis, maar tegelijkertijd de competitie met concurrenten behouden kan blijven. Dit zou zeer goed kunnen voor de West-Europese landen, waar duurzaamheid steeds belangrijker wordt en er ook grote innovatiekracht zit. Voor overige landen kan dit op de lange termijn ook interessant worden maar moeten de transportbranches en klanten hier eerst wel klaar voor zijn.

Er is een bedrijf dat in 2019 begonnen is met het organiseren van gekoeld treintransport van versproducten uit Spanje naar Nederland (CoolRail powered by Transfesa Logistics) en heeft de ambitie in 2020 uitgesproken om dit netwerk uit te breiden naar meer Europese landen via Keulen. Dit geeft aan dat voor het koelingsknelpunten bij treintransport ontwikkelingen gaande zijn die ook interessant kunnen worden voor de pootaardappelen. De teelt vindt in Nederland binnen specifieke gebieden plaats, wat betekent dat het verzamelen op een centrale locatie haalbaar is. Een centrale treinoverslag in het gebied van The Potato Valley zou in de toekomst kunnen worden aangelegd en aangesloten op het internationale treinspoor van Europa. Waar landen dichtbij water waarschijnlijk optioneel een voordeel uit scheepstransport kunnen halen zou dit voor verdere bestemmingen in Centraal/Oost-Europa transport per trein kunnen zijn.

Van de totale export wordt ongeveer 40% via havens vervoerd. Van dit aandeel zou een deel van de aardappels ook via de binnenvaart naar de grote havens kunnen worden vervoerd. Irak, Italië en Portugal (pers. communicatie HZPC 20-11) en Engeland zijn theoretisch gezien landen waarvan het transport op korte termijn zou kunnen worden vervangen met scheepstransport. Indien er bij deze landen zou worden omgeschakeld kan er een potentiële reductie van 14,2 kton CO_2-equivalenten worden behaald (uitgewerkt in tabel 9).

Tabel 10 Theoretische uitwerking vervangen van transport per vrachtwagen (truck) met grotendeels transport per schip (containerschip) voor de landen Engeland, Irak, Italië en Portugal. Deze landen hebben potentie om op korte termijn een deel van het transport per schip plaats te laten vinden..

Trucktransport vervangen met scheepstransport (containerschip)				
Export buiten NL Landen met potentieel korte termijn	**Huidige impact** (kton CO_2-eq)	**Transport per containerschip vanuit de haven**	**Nieuwe impact** (kton CO_2-eq)	**Impact reductie** (kton CO_2-eq)
Engeland	0,8	Theoretisch over te schakelen	0,3	0,5
Irak	6,2	Theoretisch over te schakelen	2,3	3,9
Italië	12,5	Theoretisch over te schakelen	6,3	6,2
Portugal	4,7	Theoretisch over te schakelen	1,1	3,6
Totaal:	**24,2**		**10**	**14,2**
Impact referentie:	Trucktransport (kton CO_2-eq)	Reductie door scheepstransport (kton CO_2-eq)		**Nieuwe impact:**
91,6	83,8	14,2		69,6

Getallen zijn afgerond en bevatten grote onzekerheid -> getallen zijn ter indicatie

Waar past de hotspot Transport in de roadmap?

Korte termijn: Op de korte termijn kunnen er al een aantal stappen in gang worden gezet waarmee al reducties op het gebied van klimaatimpact kan worden behaald:

- Handelshuizen en aangesloten transportbedrijven kunnen voor delen van het aangeboden transport hernieuwbare diesel inzetten, zie ook *3.2.3. Brandstoffen – Teelt.* In lijn hiermee kunnen de handelshuizen duurzame eco-diensten opzetten met als focus eerst West-Europa. In deze landen zullen ondernemers gevoeliger zijn voor duurzame alternatieven.
- Handelshuizen kunnen kijken welke bestemmingen mogelijkerwijs door scheepstransport kunnen worden vervangen.
- Onderzoeksinstellingen kunnen een rol spelen door een start te maken met onderzoek hoe het logistieke deel van de pootaardappelketen nog efficiënter kan worden ingericht (vb. tegengaan kwaliteitsverlies) en welke technologische ontwikkelingen daarbij kunnen gaan helpen in de toekomst.

Middellange termijn: Op de middellange termijn zullen er waarschijnlijk technologische ontwikkelingen plaatsvinden op het gebied van brandstoffen en techniek. Ook kunnen bestaande handelsroutes opnieuw worden ingericht met andere transportmiddelen, zoals de ontwikkeling ingezet door CoolRail powered by Transfesa Logistics

- Handelshuizen kunnen bestemmingen uitbreiden waar transport per truck vervangen zou kunnen worden door alternatieven, zoals gekoeld treintransport. Hiervoor moeten de handelshuizen partners uit verschillende sectoren en landen bij elkaar moeten betrekken

Lange termijn: Grote technologische ontwikkelingen zullen zeer waarschijnlijk pas op de lange termijn plaats gaan vinden, zoals autonoom transport of voorspellende data analyses. Binnen het netwerk van The Potato Valley kunnen:

- Handelshuizen de duurzame eco-diensten uitbreiden naargelang de ontwikkelingen in overige landen in de wereld op het gebied van duurzaamheid zullen toenemen.
- Onderzoeksinstellingen een rol spelen om logistieke uitdagingen met voorspellende programmering te kunnen anticiperen op de timing van afnemersvragen in de toekomst een bijdrage kunnen leveren. Hierdoor kan het transport beter worden afgestemd op de vraag en andersom.

4.6. Toekomstige Ontwikkelingen

Wanneer er gekeken wordt naar huidige en toekomstige ontwikkelen, is het van belang de mogelijke kansen en risico's te identificeren.

Diploïde hybrides

Onlangs is er door Solynta een gen geïdentificeerd dat geassocieerd is met zelfkruising in aardappel. Dit gen heet het Sli-gen en wanneer een bepaald aardappelras dit gen bezit kan de plant met zichzelf kruisen. Zelfkruising zorgt er voor dat de allelen van een gen homozygoot (dubbel) worden. Wanneer een plant volledig homozygoot is, is precies bekend welk allel de plant tijdens de kruising door zal geven, namelijk het allel waarvoor het homozygoot is. Wanneer je twee ouder planten hebt die beide homozygoot zijn op vrijwel alle allelen, dan kun je voorspellen wat het genotype (eigenschappen) van het zaad zal zijn. Zo kan het veredelingsproces versneld worden en kunnen gewenste eigenschappen gerichter ingekruist worden. Kortom, de veredeling van aardappel gaat sneller (minimaal 2 keer zo snel) wat tijd, geld en benodigdheden scheelt (Eggers et al., 2021). Resistenties kunnen gerichter ingebouwd worden wat

gewasbeschermingsmiddelen (en brandstof) bespaart en dus circulariteit verhoogt. Een ander voordeel van hybridisatie kan zijn dat alleen zaad wordt vervoerd in plaats van pootaardappelen, waarmee veel transportkosten voorkomen kunnen worden (30 gram zaad versus 2500 kg pootaardappelen voor 1 ha consumptieteelt). Ook de kwaliteit van het zaad blijft langer goed wanneer het voor langere tijd getransporteerd wordt. Tevens is zaad minder vatbaar voor ziektes dan pootaardappelen, dus zal je minder verlies hebben. Tot slot kan zaad het hele jaar worden gezaaid, in tegen stelling tot pootaardappel. Dit is dan alleen relevant voor gebieden waar jaarrond geteeld kan worden.

Echter zijn er ook nadelen. Vooralsnog is het niet duidelijk of met consumptieteelt direct uit zaad dezelfde opbrengst te behalen is als met de teelt uit pootaardappelen. Pootaardappelen hebben immers meer reserves dan zaden en dus hebben aardappelplanten uit pootgoed een voorsprong op planten uit zaad, waardoor meer opbrengst gegenereerd kan worden. Tevens kennen tetraploïde planten (de huidige aardappelrassen een grotere groeikracht dan diploïde planten (Van der Lee, 2016). Verder zijn er nog geen diploïde hybriden die dezelfde eigenschappen kennen als de huidige cultivars. Dit vereist veel veredeling om diploïde hybriden dezelfde eigenschappen te laten hebben als traditionele rassen. Dit is een van de redenen dat bijvoorbeeld Agrico minder geïnteresseerd is om het diploïde aardappel pad in te slaan. Andere aardappel veredelaars zoals Averis laten wel hun interesse doorschijnen. Tevens zijn er ook technische obstakels. Andere machines moeten gebruikt worden om zaad in plaats van pootgoed te kunnen planten.

Wat kan dit betekenen voor de pootaardappeltelers in Noord-Nederland? Het is moeilijk in te schatten hoelang en wanneer deze revolutionaire innovatie in praktijk wordt gebracht, maar het kan snel gaan. Kijk maar naar hoe de veredeling van suikerbiet is versneld nadat diploïde hybride veredeling mogelijk was (Kromwijk and Bosch, 1986). HZPC verwacht in 2025 het eerste hybride aardappelras op de markt te brengen. Deze ontwikkelingen kunnen meerdere dingen betekenen; variërend van een gunstig tot een ongunstig scenario voor pootaardappeltelers. In het gunstige scenario kan zaad niet op tegen de voorsprong in reserves die pootaardappelen kennen en wordt deze techniek alleen toegepast voor veredeling, waardoor snel grotere stappen op het gebied van plantveredeling kunnen worden geboekt. In het gunstige scenario verandert er qua werk weinig voor de pootaardappelteler. In het ongunstige scenario kan zaad competitie voeren met pootaardappelen.Verder zijn er tussenviromen denkbaar, waar bijvoorbeeld miniknollen worden gemaakt uit zaad en dat de pootgoedtelers deze doortelen zoals nu al gedaan wordt. Ook kunnen de pootgoedtelers de eerste generatie starten vanuit zaad en deze enkele keren natelen. Hierbij profiteren de telers van de genetische vooruitgang die geboekt is door hybridisatie.

Klimaatverandering

Klimaatverandering zal zich uiten in verhoogde temperaturen, meer neerslag, meer kans op langere periodes van droogte en weerextremen(Veraart & Reidsma, 2019).

Momenteel bevindt (Noord)Nederland zich in een bandvormige regio op de wereld met gunstige omstandigheden voor aardappel productie. Wanneer door opwarming van de aarde het Nederlandse klimaat verandert, kunnen de omstandigheden in (Noord)Nederland minder gunstig worden. Zo staat de groei van aardappel stil wanneer de temperatuur boven de 30 graden komt. Echter biedt klimaatverandering ook kansen; door verhoogde CO_2-concentratie van de atmosfeer en verlengde seizoenduur zou in theorie onder perfecte omstandigheden een consumptieaardappelopbrengst van 138 ton per hectare behaald kunnen worden (Nieuwe oogst, 2016a).

Door klimaatverandering valt er onregelmatiger neerslag waardoor droogte en wateroverlast kan ontstaan. Dit kan problemen veroorzaken voor de aardappelteelt, aangezien het een gewas is dat slecht tegen waterstress kan. Middels veredeling wordt er getracht verhoogde tolerantie voor waterstress te realiseren in aardappelrassen. Er zullen ook maatregelen getroffen moeten worden betreft verbeterde afwatering om extreme

regenval te kunnen afvoeren. Door meer onregelmatige regenval wordt het lastiger te bepalen hoe groot de opbrengst zal zijn, wat weer impact kan hebben op contracten en verwerking. Sinds 2005 mag oppervlaktewater niet meer toegepast worden voor beregening omdat hier de bruinrotbacterie *Ralstonia solanacearum* in kan zitten. Andere opties moeten dus onderzocht worden om een goede opbrengst te behouden in tijden van aanhoudende droogte.

Verhoogde temperaturen en precipitatie zorgt er ook voor dat de druk van plagen en ziekten groter wordt (Veraart & Reidsma, 2019). Hierdoor zullen ziektes zoals Phytophtora eerder actief zijn en zullen de omstandigheden voor het gedijen van bijvoorbeeld Bruinrot, Ringrot en Erwinia beter worden (Nieuwe oogst, 2016a)

Verhoogde temperaturen zullen ook leiden tot verzilting van de grond door een verhoogde zeespiegel. Door een verhoogde zeespiegel en droge periodes vindt interne verzilting plaats in vooral kustgebieden. Interne verzilting is wanneer er zout of brakwater als kwelwater naar bovenkomt. Tevens kan er verzilting plaatsvinden in de vorm van externe verzilting. Door een stijgende zeespiegel kan zoutwater rivieren binnendringen en in het zoutwatersysteem terecht komen (Twynstra Gudde, 2019). Er is berekend dat schade door verzilting kan oplopen tot 1480 euro per hectare aardappel (Nieuwe oogst, 2021).

Het is onbetwistbaar dat er nadelen ontstaan ten gevolge van klimaatverandering, maar veel van deze kunnen volgens veredelaars verholpen worden door veredeling. (Nieuwe oogst, 2016a) Naast veredeling kan een hoger organisch stofgehalte in de bodem ook een aantal van de voorgenoemde problemen mitigeren. Zo houdt een bodem met een verhoogd organisch stofgehalte beter water vast, helpt het in de ziektewering en gaat het de uitspoeling van nutriënten tegen (Termorshuizen & Postma, 2021).

Wet- en regelgeving

Vanaf 2023 zal het nieuwe Europese Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) van start gaan. Het ministerie van LNV heeft de Nederlandse invulling van het Europese GLB voor de komende periode (2023-2027) vastgelegd in het concept Nationaal Strategisch Plan (NSP). In dit concept wordt duidelijk dat het zwaartepunt verschuift; er zal meer nadruk komen op het belonen van duurzaamheid en daarnaast het ondersteunen van een gebiedsgerichte aanpak.

Onderdeel van het nieuwe GLB zijn de conditionaliteiten. Om betalingen uit het GLB aan te vragen moet worden voldaan aan de Goede landbouw- en milieucondities (GLMC) en de randvoorwaarden. Het biedt de kans om voor te sorteren op het nieuwe GLB. Een voorbeeld hiervan is GLMC 4 waarbij bufferstroken langs waterlopen verplicht worden gesteld. In het concept is opgenomen dat een bufferstrook van 5 meter breed geldt langs ecologisch kwetsbare waterlopen en waterlichamen uit de Kaderrichtlijn Water (KRW). Langs andere watervoerende sloten is dat 2 meter, waarbij de verplichting geldt dat op de bufferstroken geen gebruik mag worden gemaakt toevoer van nutriënten en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.

Een optie bij GLMC 4 is om de mogelijkheid te onderzoeken de bufferstrook in te zaaien met een mengsel dat bijdraag aan functionele agrobiodiversiteit en hiermee een mogelijke afname van het gebruik van insecticiden en brandstof.

In de nieuwe meststoffenwet van 2021 wordt de fosfaattoestand van grasland en bouwland gecombineerd getal berekend middels P-AL en P-CaCl2. Deze nieuwe gecombineerde berekeningsmethode zorgt ervoor dat men op kleigronden minder gebruiksruimte heeft voor fosfaat. Deze vermindering kan wel oplopen tot 30% waardoor de kans op uitputting van de grond stijgt en lagere opbrengsten verwacht kunnen worden. Momenteel zijn de oude berekeningsmethode nog 4 jaar geldig, maar in de toekomst kan dat niet meer en dan zullen deze nadelen mogelijk opspelen (Groen Agro Control, 2020; Nieuwe Oogst, 2020).

Per jaar kan een hectare grasland gemiddeld 0,5 tot 1 ton CO_2 opslaan. Momenteel worden telers (nog) niet beloond voor het opslaan van CO_2 in hun bodems. Er lopen wel pilots in Europa en de LTO en andere boerenorganisaties maken zich hard voor subsidies voor telers die meer koolstof vastleggen. Er is echter nog niet met zekerheid te zeggen dat dit gaat gebeuren en als de prijzen van de officiële emissiehandel gelden (30 euro per ton CO_2 in 2021), dan wordt het ook zeker geen vetpot. Experts van Alterra en CLM hebben onderzoek gedaan naar een eventuele koolstoftoeslag en zijn uitgegaan van minimaal 10 euro per ton opgeslagen CO_2. Een gedeelte van dit geld is voor nieuw opgeslagen koolstof maar ook voor het voorkomen dat er CO_2 ontsnapt. Om van koolstofopslag een realistisch verdienmodel te maken, moet de prijs per ton opgeslagen CO_2 aanzienlijk omhoog (Feenstra & Veulemans, 2018).

Momenteel wordt er onderzoek gedaan of mineralenconcentraat uit dierlijke mest kunstmest kan worden vervangen. Dit betreft alleen stikstof en wanneer deze ontwikkeling wettelijk opgenomen wordt, mag stikstof uit dierlijke mest de kunstmesttoegift vervangen. Dit zou de landbouwsector aanzienlijk meer circulair maken, aangezien reststromen meer toegepast kunnen worden en de nutriëntenkringloop meer gesloten wordt. Er zitten wel voorwaarden aan kunstmestvervangers. Ze moeten minimaal 90% minerale anorganische stikstof bevatten en niet te veel zware metalen bevatten (Roefs, 2019; RVO, 2021a). Mocht deze kunstmestvervanger wettelijk goedgekeurd worden, dan wordt aangeraden gebruik te maken van deze kans om grote circulaire slagen te slaan.

Omdat de overheid stikstof emissies wil terugdringen, zal zij veehouderijen uitkopen. Dit heeft nog geen direct effect op de circulariteit van de pootaardappeltelers van Noord-Nederland aangezien er een mestoverschot is. Wanneer dit uitkoopprogramma succesvol blijkt te zijn kan er een scenario ontstaan waarbij agrariërs niet gebruik kunnen maken van dierlijke mest als bemesting, maar deze ontwikkeling laat nog op zich wachten (Rijksoverheid, 2020).

Precisielandbouw

In de afgelopen jaren is een groeiende interesse ontstaan voor precisielandbouw. Precisielandbouw betreft eigenlijk het verkrijgen van zoveel mogelijk data over het perceel en gewas zodat bepaald kan worden welke acties moeten worden ondernomen om de opbrengst te optimaliseren. Dit kan op vele wijzen; drones, GPS, precisie bemesting en beregening, etc. De grootste kansen die te behalen zijn, zijn hogere opbrengst, minder inputs door preciezer handelen en tijdsbesparing. De hoge initiële financiële kosten zijn echter voor deze ontwikkelingen het grootste struikelblok(Nieuwe Oogst, 2018). Middels implementatie van verhoogde precisielandbouw vinden er minder verliezen plaats en kan er efficiënter geteeld wordt worden, wat circulariteit van het pootaardappelsysteem verhoogd.

Tabel 11. Overzicht toekomstige ontwikkelingen, uitgesplitst naar kansen en bedreigingen

	Voordelen / kansen	**Nadelen / bedreigingen**
Klimaat verandering	Hogere opbrengst door verhoogd CO2 concentratie en seizoenlengte	Vaker wateroverlast → lagere opbrengst
	Veredeling op zouttolerantie, waterstress, temperatuurstress *	Periodes van droogte → aardappel is droogte sensitief
	Hogere Soil Organic Matter*	Boven de 30 graden stopt groei aardappel
		Wateroverlast
		Verzilting → tot wel 30% minder opbrengst
		Verhoogde ziektedruk
Wet en regelgeving	Mogelijk verdienmodel CO2 opslag	Mogelijk minder fosfaat toediening kleigronden door meetmethode
	Kunstmestvervangers	Terughoudendheid telers door beklemmende regelgeving

Diploïde aardappel hybriden	Versnelde veredeling (minimaal 2 keer zo snel)	Achterlopende rassen
	Minder kosten Verbeterde rassen door hybridisatie	Andere richting pootgoedproductie
	Verminderde transportkosten	Technologische aanpassingen vereist
Precisie landbouw	Hogere opbrengst	Hoge instapkosten
	Verminderde inputs (kennisontwikkeling nodig voor optimale inzet)	
	Tijdsbesparing	

4.1. Overzicht maatregelen en Roadmap

Tabel 12. Overzicht maatregelen vanuit de hotspot thema's. Bijbehorende potentiële milieuwinst, ontwikkelingsniveau, kosten/baten en voorwaarden

Hotspot thema	Maatregel	Potentiële milieuwinst	TRL	Kosten	Baten	Voorwaarden
Vervanging kunstmest + bijdrage OS bodem	Inzet regionaal beschikbare stromen	Max. 164 kton (bij vervanging alle kunstmest)	5-9	Afhankelijk van stroom; negatieve waarde voor bermmaaisel, excl. verwerking	• Verminderen kosten kunstmest • Voeden van bodem • OS vastlegging?	• Andere werking van meststoffen; aanpassen praktijk • Risico vrij kunnen toepassen
Transport	Vrachtwagen vs. schip	14,7 kton	9	• Kwaliteitsverlies door extra overslagen • Logistieke uitdagingen • Duur van transport	Vervoer per schip geeft sterke milieuwinst	• Laatste km's alsnog per vrachtwagen • Afhankelijk van infrastructuur & locatie andere landen
Brandstof - teelt	Vervangen diesel	6,4 – 33,6 kton (100% overstap HVO diesel)	9	Meerprijs van 0,15-0,20 ct per liter HVO diesel	• Grote verlaging CO_2-uitstoot zonder aanpassingen motor • Betere motor prestaties	• Compensatie voor hogere brandstofkosten om gebruik te stimuleren
Energie verbruik	Vergisting	170 kton	9	Flinke investering in vergister	SDE subsidie beschikbaar	• Alle reststromen • Studie effecten bodemkwaliteit
	Radiatieve koeling	1,9 – 7,4 kton	5-7	nnb	Verlaging energiekosten met 10 -40%	• Aanpassing koelsysteem nodig bij bestaande opslag • Opnemen in EIA regeling • Bewustwording
	Bevochtigings koeling		3-5	nnb	Verlaging energiekosten	• Ontwikkelen en commercialiseren technologie • Onderzoek context opslag gewassen NL
Verpakkingen	Jute vs hennep	~0,3 kton	8-9	• Hennepteelt lager saldo tov wintergraan • Mogelijk meerprijs hennepzakken	• Minder beschermingsmiddelen • Minder bemestingsmiddelen • Geen kosten zaaien, maaien, persen • Verbetering bodemkwaliteit, hogere opbrengst opvolgende gewassen	• Aanpassing bouwplan nodig • Ontwikkeling lokale spin- en weeffaciliteiten
	FIBCs gerecycled PP	0.11 kton	5-7	Mogelijk meerprijs rPP	Reductie gebruik niet duurzame grondstoffen	• Gebruik maken lokale recyclingscapaciteit • Ontwikkelen waterwas • Ontwikkelen FIBC-paspoort • Ontwikkelen materiaalpaspoort
	FIBCs revalideren		7	Kwaliteits departement moeten meewerken	Reductie gebruik niet duurzame grondstoffen	• Ontwikkelen waterwas • Ontwikkelen FIBC-paspoort • Ontwikkelen inzamelingsketen Europa

5. Conclusies en aanbevelingen

Aan de hand van analyses van het teeltsysteem van The Potato Valley zijn er hotspots geïdentificeerd die de circulariteit van het systeem kunnen verbeteren. Deze hotspots zijn bemesting en grondverbetering, energie, brandstof – teelt, verpakkingen en transport. Voor deze hotspots zijn oplossingen bedacht om de circulariteit te verhogen op korte, middellange en lange termijn.

The Potato Valley kan gekarakteriseerd worden als een systeem dat tussen het lineair en circulair gebruik van grondstoffen ligt. De afvalstromen die geproduceerd worden binnen de pootaardappelketen worden over het algemeen al vrij circulair toegepast, alleen is dit vaak gedaan uit financieel oogpunt. Ofwel, (rest)grondstoffen zouden op een meer circulaire wijze toegepast kunnen worden, alleen zal dat wel meer kosten. Echter is de grootste winst niet te boeken met de afvalstoffen van pootaardappelketen, maar op het gebied van kunstmatige bemestingsstoffen. Alternatieve en lokale meststoffen kunnen toegepast worden om de nutriëntenkringloop beter te sluiten. Met het toepassen van deze alternatieve grondstoffen wordt ook een significante reductie in emissie geassocieerd. Aan de hand van de samenstelling van grondstoffen, beschikbaarheid, risico's en eventuele additionele effecten kan de juiste toepassing van (rest)grondstoffen bepaald worden. Het doel van toepassing kan variëren op het gebied van bemesting, organische stof verhogen, pH-regulering en bodemstructuur. Initiatieven zoals de coöperatie van Pieter van de Valk waarbij efficiënt grondstofgebruik de insteek is kunnen hierbij een belangrijke rol spelen. Het gros van de geselecteerde grondstoffen zou op korte termijn al toegepast kunnen worden. Andere grondstoffen laten nog even op zich wachten door wet en regelgeving.

Er zal op de korte termijn meer lokale energie beschikbaar komen door toepassing van lokaal gegenereerde zonne-energie en windenergie. Ook reductie zal een belangrijke plaats innemen binnen de ontwikkeling van een circulaire keten. Zo draagt de verlaging van de energiebehoefte d.m.v. radiatieve koeling op middellange termijn en bevochtigingskoeling op lange termijn, bij aan het verlagen van het gebruik van internationale grondstoffen om energie op te wekken.

Op het gebied van brandstof benodigd voor de teelt zijn er ook slagen te slaan ten behoeve van de circulariteit van het systeem. Op korte termijn kan blauwe diesel worden ingezet zonder aanpassingen van motoren. Daarmee kan direct veel CO_2 impact worden bespaard. Op middellange en lange termijn zijn er ook oplossingen, maar die vereisen aanpassingen of toekomstige technologische ontwikkelingen.

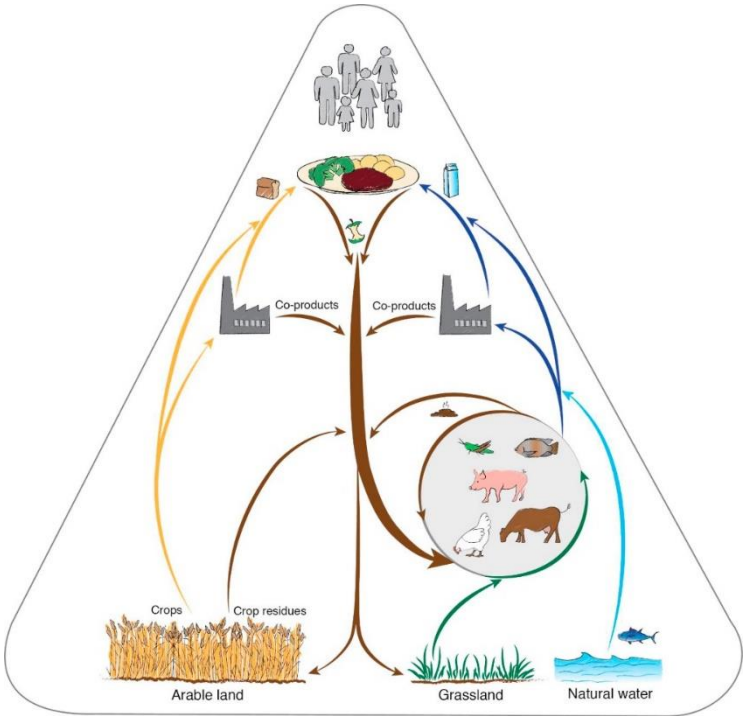
Veel van de verpakkingen die gebruikt worden bij het verhandelen van de pootaardappelen worden vervaardigd met grondstoffen die uit het buitenland komen. Op korte termijn en middellange termijn zal het mogelijk worden om lokaal gerecyclede kunststof en lokaal geteelde vezelgewassen respectievelijk te gebruiken.

Op het gebied van transport zijn op korte termijn ook oplossingen te vinden. Zo kan er via logistieke aanpassingen gekeken worden hoe trucktransport vervangen kan worden door schiptransport. Tevens kunnen duurzame brandstoffen en technologische ontwikkelingen de milieu impact van transport op verschillende termijnen verminderen.

De toekomst zal op het gebied van klimaatverandering en wet- en regelgeving uitdagingen brengen, maar zeker ook een hoop kansen. Ondanks dat het voor diploïde aardappelrassen, mineraal concentraten als kunstmestvervangers, koolstofopslag als verdienmodel en nieuwe technieken zoals precisielandbouw nog moeilijk te zeggen is wanneer deze geïmplementeerd kunnen worden, zullen deze in afzienbare tijd de circulariteit en duurzaamheid van The Potato Valley aanzienlijk kunnen verhogen.

5.1. Visie kringlooplandbouw The Potato Valley

De pootaardappelproductie is direct en indirect afhankelijk van inputs die uit delen van de hele wereld naar Noord-Nederland komen. Hierbij kan gedacht worden aan direct kunstmestgebruik en indirect gebruik van geïmporteerd diervoeder via dierlijke mest. Ook wordt de productie van pootaardappelen lang niet alleen lokaal gebruikt, maar ook over de hele wereld geëxporteerd.



Figuur 11 Circulair voedselsysteem. (van Zanten et al., 2019)

Vanuit verschillende partijen en invalshoeken wordt er gekeken naar wat kringlooplandbouw zou moeten zijn. Objectief beschouwd gaat het daarbij om de fysieke grondstofstromen. Toch wordt er vanuit integraal perspectief ook al snel naar bredere verduurzaming gekeken (denk aan het energieverbruik en biodiversiteit).

In essentie gaat het om een transitie van kwantiteit naar kwaliteit; Van efficiëntie- en opbrengstverhoging in een lineaire keten, naar kwaliteit in een circulair systeem. Landbouw is met name ingericht om te voldoen aan de vraag naar voedsel van een groeiende wereldbevolking, binnen de draagkracht van de aarde.

Hoe om te gaan met export?

In het geval van pootgoed is de regio Noord-west Europa, en specifieker de Noordelijke Kleischil in Nederland uitermate geschikt om kwalitatief hoogwaardig zaai- en pootgoed te leveren, wat in andere gebieden in minder mate of niet mogelijk is.

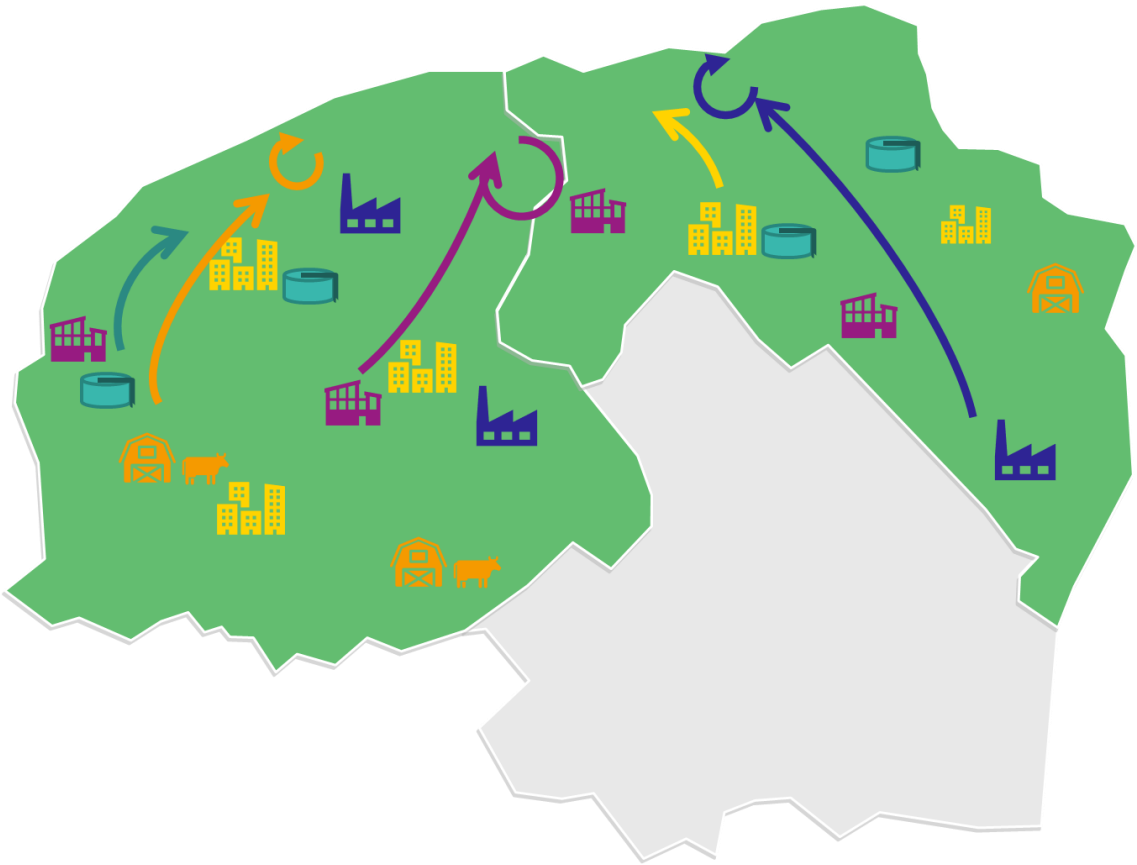
Het deel aan nutriënten en organische stof dat middels deze producten wordt afgevoerd, moet ook weer worden aangevuld. Het volledig circulair maken van deze keten zal op korte termijn niet lukken. Beter kan de focus worden gelegd op de inputs in het systeem.

- Zorg voor intensivering van de samenwerking tussen akkerbouw en veeteelt; zo lokaal mogelijk inputs uitwisselen. Gebruik de veeteelt als recycler van niet voor mensen geschikte stromen.
- Stikstofvastlegging uit de lucht via vlinderbloemigen.
- Fosfaatkringlopen sluiten door link met stedelijk afval: etensresten, groenstromen en humane excretie.

Een deel van deze aanbevelingen ligt buiten de directe invloedssfeer van de organisaties binnen The Potato Valley. Wel kan de sector dit in lobby en beleid uitdragen en waar mogelijk zelf het initiatief nemen tot samenwerking. Ook ligt hier een rol voor de provincies om de wensen van de sector kenbaar te maken, en deze waar nodig te faciliteren middels beschikbaar stellen van capaciteit, financiële middelen of door ruimte te scheppen in regelgeving.

Tegelijkertijd kan er ook al het nodige binnen de eigen invloedssfeer worden ondernomen. Binnen het gebruik van goederen kan direct worden gestuurd op ten eerste vermindering van het gebruik en daarna op duurzamere alternatieven voor de resterende vraag. Denk aan verpakkingen of brandstof.

Een belangrijk aanknopingspunt is het inzicht in beschikbare reststromen om kringlopen te sluiten. Deze informatie is nog niet integraal, overzichtelijk en real-time beschikbaar. In samenwerking met andere sectoren kan gekeken worden naar het opzetten van een platform waarop vraag en aanbod elkaar kunnen vinden. Binnen de regio zijn meerdere initiatiefnemers bezig iets dergelijks op te zetten (o.a. vanuit de bouw), dus zoek waar mogelijk de aansluiting hierbij.



Figuur 12 Visie voor de toekomst gevisualiseerd waarbij regionale stromen uit verschillende bronnen worden ingezet ten behoeve van de pootaardappelteelt binnen The Potato Valley.

Aanbevelingen

- Organiseer op basis van de analyse en roadmap een brede bijeenkomst met stakeholders binnen en buiten The Potato Valley, specifiek rond kringlooplandbouw. Denk qua stakeholders aan: agrarische collectieven, gebiedscoöperaties, Agrifirm, PA, vertegenwoordigers van sectoren als bouw, agri-food, & chemie, vertegenwoordigers relevante projecten, kennisinstellingen (w.o. kenniscentrum bodem, Wetsus, WUR)

- Maak een link met projecten als Fascinating (vanuit Nationaal Programma Groningen) en vanuit de regiodeals. Hiermee kan mogelijke invulling worden gegeven aan (een deel van) de acties en aanbevelingen in dit rapport

- Zorg in de uitvoering van het Plan van Aanpak voor sturing, eigenaarschap en duidelijke trekkers/initiatiefnemers met voldoende capaciteit. Houd daarbij ook de eigen rol en ambitie tegen het licht: Wil je als platform vooral verbinden, of ook zelf sturing en uitvoering geven aan de acties?

- Onderzoek kan meer gestuurd worden met duidelijke visie en ontwikkelingrichting. Ook kan kennisuitwisseling beter georganiseerd, in samenhang met deze ontwikkelrichting. Als voorbeeld kan worden gekeken naar thema's als water en circulaire kunststoffen. Hierop zijn in Noord-Nederland organisatie/programma's ingericht (Wetsus/WaterCampus; Het Schone Noorden) met een stevige R& D agenda en link tussen kennis en uitvoering.

- Speel in op huidige wet- en regelgeving en sorteer voor op toekomstig beleid. Het nieuwe GLB bevat meer ambities op het gebied van natuur, klimaat en milieu. Dit is samen te vatten in de term 'toekomstbestendig boeren', waarbij het belonen van boeren die naast het produceren van voedsel ook zorgen voor natuur, klimaat en milieu een belangrijke rol speelt. Zoek naar dubbeldoelen, door bijvoorbeeld niet beteelbare oppervlakte in te zetten voor natuurlijke plaagbestrijding en biodiversiteit.

6. Referenties

24/7 Electricity-Free Cooling. (2021). SkyCool Systems. https://www.skycoolsystems.com/

Actimin. (2014). *Steenmeel samenstelling: vol natuurlijke mineralen & sporenelementen*. https://www.actimin.nl/analyse/

Adivalor. (2022). *Valorisatie*. https://www.adivalor.fr/collectes/elimination.html

Agrimatie. (2021). *Informatie over de agrosector. Data over gewasbeschermingsmiddelen.* . https://www.agrimatie.nl/binternet.aspx?ID=21&bedrijfstype=11

Alliander. (2020). *The material passport: Working together towards a circular economy*.

Amaducci, S., Zatta, A., Raffanini, M., & Venturi, G. (2008). Characterisation of hemp (Cannabis sativa L.) roots under different growing conditions. *Plant and Soil*, *313*(1–2), 227–235. https://doi.org/10.1007/s11104-008-9695-0

AVK Plastics B.V. (2018). *Chain Transparency with Raw Material Passport*. https://www.avkvalves.com/en/news/about-our-business/chain-transparency-with-raw-material-passport

Back, G. (n.d.). *Message From the CEO*. HZPC. Retrieved May 20, 2021, from http://en.csr.hzpc.com/csr-2018/message-from-the-ceo

Bergfourage. (2020). *Eierschalen – kalkmeststof voor potstal en bouwland*. https://www.bergfourage.nl/stalstrooisels/eierschalen/

Boerderij.nl. (n.d.). *Loonbedrijf profiteert flink van Blauwe Diesel EN590*. Retrieved November 24, 2021, from https://www.boerderij.nl/loonbedrijf-profiteert-flink-van-blauwe-diesel-en590

CDM Advies 'Organische stof in de bodem en nitraatuitspoeling' 12-07-2017

Centraal Bureau voor de Statistiek. (n.d.). *Akkerbouwgewassen; productie naar regio*. Retrieved May 15, 2021, from https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7100oogs/table?fromstatweb

Clevering-Loeffen, P., Klaassems, N., Schelleman, F., & Geraats, B. (2011). *Optimalisatie WKK en Biogasbenutting*.

CO2 Saving Diesel. (n.d.). *Waarom CO2 Saving Diesel?* Retrieved November 1, 2021, from https://www.co2savingdiesel.nl/

Conijn, J.G. and J.P. Lesschen, 2015. *Soil organic matter in the Netherlands; Quantification of stocks and flows in the top soil.*

Coleman, K., & Jenkinson, D. S. (2014). *RothC-A model for the turnover of carbon in soil Model description and users guide (Windows version)*. http://www.rothamsted.ac.uk/sustainable-soils-and-grassland-

Cosun Beet Company. (n.d.). *Betacal ® Dé kalkmeststof*.

De Boer, I. J. M., & Van Ittersum, M. K. (2018). Circularity in agricultural production. *Wageningen University*, 1–74.

Derikx, P. J. L., Heskamp, H., & Van de Kooi, B. (2021). *Beoordeling gipsmonsters voor toepassing op landbouwgrond*.

Elbersen, W., Janssens, B., & Koppejan, J. (2011). *Voor Energie in De Agro-Industrie - 1200*.

Evers, M. , Vroegrijk, M., & Evers, T. (2016). *Struviet en struviethoudende producten in communaal afvalwater - marktverkenning en gewasonderzoek.*

Evers, M., Vroegrijk, M., & Evers, T. (2016). *Struviet en struviethoudende producten in communaal afvalwater - marktverkenning en gewasonderzoek*. *2016.12*.

Feenstra, J., & Veulemans, W. (2018). Geld verdienen aan CO2 -opslag in grasbodems. *Veeteeltvlees*, *April*, 8–11.

Fossylfrij Fryslân. (n.d.). *Veelgestelde vragen blauwe diesel*. Retrieved December 8, 2021, from https://fossylfrij.frl/thema/mobiliteit/blauwe-diesel/veelgestelde-vragen-blauwe-diesel/

Future Fuels. (n.d.). *Producten Eco2fuel*. Retrieved November 1, 2021, from https://futurefuels.nl/producten/eco2fuel-2/

Gorchs, G., Lloveras, J., Serrano, L., & Cela, S. (2017). Hemp yields and its rotation effects on wheat under rainfed mediterranean conditions. *Agronomy Journal*, *109*(4), 1551–1560. https://doi.org/10.2134/agronj2016.11.0676

GP Groot. (2021). *Gasvormige Brandstoffen zijn de Brandstoffen van de Toekomst*. https://www.gpgrootbrandstoffen.nl/brandstoffen/gasvormige-brandstof/

Groen Agro Control. (2020). *Nieuwe fosfaatindicatie pakt slecht uit*. https://agrocontrol.nl/nieuwe-fosfaatindicatie-pakt-slecht-uit/

Handboek Bodem & Bemesting. (n.d.). *Kengetallen Organische Stof*. https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Organische-stofbeheer/Organische-stofbalans/Kengetallen-organische-stof.htm

HempFlax (M. Reinders). (2022). *Persoonlijke communicatie*.

Hoeksma, P., Rutjes, S., Aarnink, A., Blaak, H., & de Buisonje, F. (2016). *Overleving van pathogenen bij mestverwerking*.

Huijbregts M.A.J., Steinmann Z.J.N., Elshout P.M.F., Stam G., Verones F., Vieira M.D.M., Hollander A., van Zelm R., & ReCiPe2016. (2016). A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. *RIVM Rapport 2016-0104*. https://www.rivm.nl/life-cycle-assessment-lca/downloads

On guidelines for the calculation of land carbon stocks for the purpose of Annex V to Directive 2009/28/EC, Pub. L. No. 2010/335/EU, 6 (2009). https://doi.org/10.18356/7b0a64c4-en

J. Kamp, P. van Reeuwijk, F. Schoorl, & M. Montsma. (2010). *Energiebesparing op het agrarisch bedrijf: Kansen voor verhoging energie-efficiency in de akkerbouw, vollegrondsgroenten en fruitteelt*. www.ppo.wur.nl

Janssens, S. R. M., & Smit, A. B. (2016). *Reststromen consumptie aardappelen*.

Kamp, J., van Reeuwijk, P., Schoorl, F., & Montsma, M. (2010). *Energiebesparing op het agrarisch bedrijf. Kansen voor verhoging energie-efficiency in de akkerbouw, vollegrondsgroenten en fruitteelt*. *3250166809*.

Kennisakker. (n.d.). *BO Akkerbouw*. Retrieved May 1, 2021, from https://www.kennisakker.nl/

Koopmans, C., & Zwijnenburg, A. (2015). *Reststromen veilig en duurzaam inzetten in de akkerbouw*.

Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar regio. (2021). CBS. https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/80780ned/table

LC Packaging (J. van Dijk, T. H.-P. (2022). *Persoonlijke communicatie*.

LNV. (2007). *De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven*. www.rivm.nl

LTO. (n.d.). *Diesel bestellen met ledenvoordeel*. Retrieved November 30, 2021, from https://www.ltoledenvoordeel.nl/mobiliteit/diesel/?gclid=EAIaIQobChMIzqHT1abC9AIVCOR3Ch095g8OEAAYASAAEgIhLvD_BwE

Metabolisme Van Noord-Nederland, H. (2018). *NOORD-NEDERLAND CIRCULAIR*.

Mineralenbalans landbouw 2019. (2020). CBS. https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83475NED/table?ts=1638190820454

Neste. (n.d.). *Wat is HVO diesel?* . Retrieved November 1, 2021, from https://www.neste.nl/neste-my-renewable-diesel/hvo/hvo-diesel

Nieuwe oogst. (2016a). *Nieuw klimaat goed voor aardappel*. https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2016/02/17/nieuw-klimaat-goed-voor-aardappel

Nieuwe oogst. (2016b). *Risico's gebruik spuiwater luchtwasser*. https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2016/01/27/risicos-gebruik-spuiwater-luchtwasser

Nieuwe Oogst. (2018). *Precisielandbouw wekt interesse bij boeren*. https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2018/02/01/precisielandbouw-wekt-interesse-bij-boeren

Nieuwe Oogst. (2020). *LTO Akkerbouw: "Nieuwe fosfaatindicatie is niet eerlijk."* https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2020/07/27/lto-akkerbouw-nieuwe-fosfaatindicatie-is-niet-eerlijk

Nieuwe oogst. (2021). *Verzilting zorgt voor 1.166 euro schade per hectare aardappelen*. https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2021/01/05/verzilting-zorgt-voor-1-166-euro-schade-per-hectare-aardappelen

Oldenburger, J. (2019). *Stand van zaken bos in Nederland*. www.probos.nl

Ponsioen, T., & Blonk, H. (2011). *Case studies for more insight into the methodology and composition of carbon footprints of table potatoes and chips*. www.blonkmilieuadvies.nl

Postma, J., Schilder, M., Hanse, B., & Hendrickx, W. (2013). *Stimulering van ziektewering in de bodem door toevoegen van reststromen*. *september*.

Rietra, R. P. J. J., & Oenema, O. (2018). *Kennisvragen Nutriëntenkringloop & Bodemvruchtbaarheid*.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2022). *Energie-investerings aftrek (EIA)*. www.rvo.nl/eia.

Rijksoverheid. (2020). *Regeling gerichte opkoop veehouderijen gestart* . https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2020/11/03/regeling-gerichte-opkoop-veehouderijen-gestart

RIVM. (2018). *LCIA: het ReCiPe model. Overzicht van de structuur van ReCiPe*. https://www.rivm.nl/life-cycle-assessment-lca/recipe

Roefs, J. (2019). *Kunstmestvervangers: geen kunstmest, geen dierlijke mest maar RENURE*. https://www.mestverwaarding.nl/kenniscentrum/830/kunstmestvervangers-geen-kunstmest-geen-dierlijke-mest-maar-renure

RVO. (2021a). *Onderzoek naar mineralenconcentraat*. https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest/onderzoek-naar-mineralenconcentraat

RVO. (2021b). *Spuiwater als mest gebruiken* . https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest/mest-bewerken/spuiwater-als-mest-gebruiken

Schoumans, O. F., Groenendijk, P., Renaud, L., & van der Bolt, F. J. E. (n.d.). *Vergelijking tussen landbouw-en natuurgebieden Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater*.

Schoumans, O., Willems, J., & van Duinhoven, G. (2008). 30 Vragen Over Fosfaat in Relatie Tot Landbouw En Milieu. *Wageningen, Alterra*, 53.

Silvis, H., & Voskuilen, M. (2018). *Akkerbouwbedrijven : schaalvergroting en intensivering*. https://edepot.wur.nl/509738

Smit, A. B., & Janssens, S. R. M. (2016). *Reststromen suikerketen*.

Smit, B., & Jager, J. (2018). *Schets van de akkerbouw in Nederland: Structuur-, landschaps- en milieukenmerken die een relatie hebben tot biodiversiteit*. https://edepot.wur.nl/463816

Steenmeeladvies. (2019). *Wat is steenmeel?* http://www.steenmeeladvies.nl/steenmeel/

Tamoil. (n.d.). *Advies en verkoopprijzen 26-10-2021*. Retrieved November 1, 2021, from https://tamoil.nl/prijzen

Termorshuizen, A. J., & Postma, R. (2021). *Effecten van toevoer van organische stof op bodemgezondheid en bodemvruchtbaarheid*.

Twynstra Gudde. (2019). *Handreiking Verzilting*.

van der Grinten, E., & Spijker, J. (2018a). *Medicijnresten, pathogenen en antibioticaresistentie in struviet uit {N}ederlands huishoudelijk afvalwater*. *2017–0144*.

van der Grinten, E., & Spijker, J. (2018b). *Medicijnresten, pathogenen en antibioticaresistentie in struviet uit {N}ederlands huishoudelijk afvalwater.*

Van der Lee, H. (2016). Hybride aardappel moet zich bewijzen. *Akker*, *9*, 4–6.

van der Voort, M. (2018). *KWIN - AGV 2018: Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt*.

van Rotterdam, D. (NMI), Vervuurt, W. (WUR), van Geel, W. (WUR), Bussink, W. (NMI), Brinks, H. (Delphy), & de Haan, J. (WUR). (2021). *Fosfaatvoorziening aardappel: Relatie tussen mestbeleid, fosfaattoestand van de bodem en voorziening van het gewas*.

van Zanten, H. H. E., van Ittersum, M. K., & de Boer, I. J. M. (2019). The role of farm animals in a circular food system. *Global Food Security*, *21*, 18–22. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.06.003

Veraart, J., & Reidsma, P. (2019). *Effecten klimaatverandering op landbouw*. 1–25.

Vleeschouwers, B. (2015). BFR Verhoogt Organische Stof in de Bodem. *Boerenbond, Management & Techniek*, *december*, 25–27.

Wageningen University & Research. (2021, July 9). *Middelengebruik op Akkerbouwbedrijven nam in 2019 toe*. https://www.agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?subpubID=2232&sectorID=2233&themaID=2275&indicatorID=2072

Wageningen University and Research, Spijker, J. H., Bakker, R. R. C., Ehlert, P. A. I., Elbersen, H. W., de Jong, J. J., & Zwart, K. (2013). *Toepassingsmogelijkheden voor natuur- en bermmaaisel*. *Alterra-ra*, 1–77.

Zanen, M., & Cuijpers, W. (2008). *Hulpmeststoffen Inzet en werking in de open teelten*.

ZERauto. (n.d.). *Waterstof Tanken in 2020: Zo staat het er Wereldwijd voor*. Retrieved December 1, 2021, from https://zerauto.nl/waterstof-tanken-in-2020-zo-staat-het-er-wereldwijd-voor/

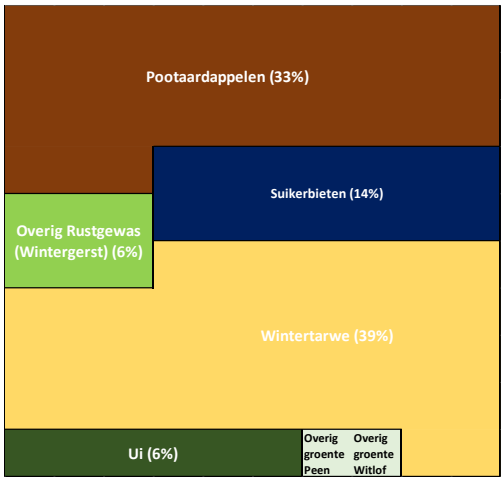
Zwart, K., Pronk, A. A., & Kater, L. J. M. (2004a). *Verwijderen van gewasresten in de open teelten : een deskstudie naar de effecten op de bodemvruchtbaarheid en de mogelijke verwerking van gewasresten in het kader van het project Nutriënten Waterproof, LNV-programma's systeeminnovatie open teelten (400-I en 400-III)*.

Zwart, K., Pronk, A., & Kater, L. (2004b). *Verwijderen van Gewasresten in de Open Teelten*.

7. Bijlagen

7.1. Bouwplan

Het bouwplan (Figuur 13) is gebaseerd op een document van de WUR(Silvis & Voskuilen, 2018), waarbij de teelt in Bouwhoek en Hogeland in beslag wordt genomen door de verbouwing van rustgewassen (43%), suikerbieten (14%), groenten (8%), pootaardappelen (31%) en consumptieaardappelen (2%). De consumptieaardappelen worden vermoedelijk verbouwd als gevolg van de afkeuring van pootaardappelen in het veld door de NAK. Deze pootaardappelen worden door-geteeld tot consumptieaardappelen. De meest verbouwde rustgewassen zijn wintertarwe (39%) en wintergerst (6%), terwijl de meest verbouwde landbouwgroentes zaaiui (6%)(B. Smit & Jager, 2018), peen en witlof zijn. Er is gekozen om de resterende 2% van de groenten te verdelen onder peen (1%) en witlof (1%)(van Rotterdam et al., 2021).



Figuur 13: Bouwplan Bouwhoek en Hogeland met een één op drie rotatieteelt op basis van pootaardappelen

Binnen de teeltfase is er sprake van een rotatieplan, waarbij teelt 1 op 3 plaatsvindt. Binnen dit 1 op 3 rotatieplan worden eerst pootaardappelen (33%) verbouwd, met het daaropvolgende jaar de verbouwing van wintertarwe (33%) en in hetzelfde jaar daarop volgend bladrammenas (de meest verbouwde groenbemester). Het jaar daarop vindt teelt met een verdeling van suikerbiet (14%), zaaiui (6%) en wintertarwe (4%) plaats. Hierbij zijn dus de areaal bijdragen van peen en witlof inbegrepen bij zaai-ui en het overige rustgewas bij wintertarwe. Er is hiervoor gekozen om de wisselwerking qua bemesting, uitstoot, etc. tussen de gewassen te versimpelen, gezien de bijdrage van de gewassen minimaal is.

7.2. Bemestingsplan

De bemesting van de **pootaardappel** is afgeleid van gesprekken met experts van HZPC. Hierbij werd duidelijk dat de N, P2O5 en K2O input lager was dan de norm aangegeven door(van der Voort, 2018). De nutriënten behoefte wordt vervuld d.m.v. bemesting met kunstmest, d.w.z. KAS, Tripelsuperfosfaat en Kali-60. Voor de type bemesting van de andere gewassen is gekeken naar voorbeeld bedrijven voor de Noordelijke/Centrale Zeeklei beschreven door de WUR(van Rotterdam et al., 2021). Hiervan, en van Kennisakker(Kennisakker, n.d.), zijn de volgende bemestingsgewoonten afgeleid:

Wintertarwe: de N-gift is verdeeld in drie fasen. De eerste gift van 100 kg N/ha wordt vervuld met KAS, de tweede gift van 60 kg N/ha en de laatste gift van 40 kg N/ha met rundveedrijfmest. P2O5 bemesting vindt niet plaats door de vorm van het rotatieplan en K2O bemesting wordt alleen gedaan op heel zware zeeklei.

Groenbemester: de bladrammenas wordt bemest door de fosfaatruimte van 70 kg N/ha aan te vullen met geitenmest. Van deze waarde is de fosfaatgift van de rundveedrijfmest voor de wintertarwe afgehaald. Dit aan de hand van een gemiddelde van de voorbeeldbedrijven.

Suikerbieten: N-bemesting: Advies is 200 – 1,7 x Nmin. Bij voorraad van 30 kg - (1/3*45kg/ha)= 15 kg dus een aftrek van 25,5 kg, kom je uit op een gift van 174,5 kg N/ha. Hierin wordt de nawerking van gewasresten meegenomen volgens handboek oogstresten

- Groenbemester + 30 kg N/ha
- Geen/beperkte nawerking van geitenmest (bij toediening van 1,4 ton/ha, 9,9 kg/ton Ntot)

- Voorlopige N-gift komt daarmee op 144,5 kg N/ha
- Gewasresten: Voorlopige N-gift minus volledige bemestende waarde groenbemester (45 kg N/ha) volgens handboek oogstresten geeft 144,5 – 45 = 99,5 kg N/ha

Met de aanname dat de fosfaatklasse P_w = 25, dus P2O5 bemesting om de fosfaatwaarde op peil te houden. Voor een goede suikerbieten opbrengst is verder 150 K2O kg/ha bemesting nodig. Alle nutriënten behoeften worden ingevuld met kunstmest en de groenbemester van het jaar daarvoor.

Zaaiui: de stikstofbemesting vindt 3 á 4 weken voor het inzaaien plaats met 127 kg N/ha en wordt vervuld met champost en compost. Voor P2O5 en K2O worden de normen van de KWIN-AGV 2018(van der Voort, 2018) aangehouden.

Verder is de bemestingswaarde van de gewasresten van het jaar daarvoor meegenomen bij het berekenen van de input. Zie de norm en input resultaten in (Tabel 1). Binnen het bemestingsplan is sprake van langjarige toepassing, waardoor aangenomen kan worden dat alle nutriënten in het eerste jaar vrijkomen.

7.3. Gewasbeschermingsmiddelen

Teelt	Gewasbeschermingsmiddel	kg/ha	Areaal	kg	Totaal (ton)
Pootaardappel			15.351		
	Nematiciden	0,48		7.368	475,6
	Insecticiden	0,32		4.912	
	Herbiciden	3,24		49.736	
	Fungiciden	5,78		88.727	
	Overig (Minerale olie)	21,16		324.822	
Tarwe			20.570		
	Nematiciden	0		0	60,3
	Insecticiden	0,01		206	
	Herbiciden	1,23		25.301	
	Fungiciden	0,73		15.016	
	Overig	0,96		19.747	
Suikerbiet			6.447		
	Nematiciden	0,07		451	37,5
	Insecticiden	0,08		516	
	Herbiciden	4,83		31141	
	Fungiciden	0,82		5287	
	Overig	0,02		129	
Zaaiui			3.684		
	Nematiciden	0,1		368	55,6
	Insecticiden	0,12		442	
	Herbiciden	4,57		16837	
	Fungiciden	7,72		28442	
	Overig	2,59		9542	
Totaal					629

Bron Agrimatie, waardes 2019 (Wageningen University & Research, 2021)

7.4. NPK-Balans

Er is sprake van depositie van stikstof door luchtdepositie, stikstoffixatie en ammoniafixatie (26 kg N/ha)(*Mineralenbalans Landbouw 2019*, 2020) en depositie van P2O5 (0,32 kg P_2O_5/ha)(O. F. Schoumans et al., n.d.) en K2O (5,1 kg K_2O/ha)(Rietra & Oenema, 2018) uit

aërosolen. Binnen deze balans is er sprake van een NPK-overschot, waarvan een gedeelte uitspoelt met water (36% van het overschot voor N(LNV, 2007) en 1,4 kg P2O5/ha(O. Schoumans et al., 2008)). Het NPK-overschot bedraagt 105 kg N/ha, 5,8 Kg P_2O_5/ha en 70 kg K_2O/ha voor regio The Potato Valley.

7.5. Bodemvoorraad Organische Stof

De berekening voor de voorraad van de organische stof in de bodem is berekend met een formule gestipuleerd met de richtlijnen van het IPCC in Directive 2009/28/EC(On Guidelines for the Calculation of Land Carbon Stocks for the Purpose of Annex V to Directive 2009/28/EC, 2009) met de volgende criteria:

- Klimaat en grond: $Cold\ temperate\ and\ moist,\ high\ activity\ clay\ (0\ -30\ cm)$
- Landgebruik: $Cultivated,\ full\ tillage\ with\ manure$

Wat dan geeft:

$$SOM\left(\frac{ton}{ha}\right) = 1{,}724\ *SOC\ \left(\frac{ton}{ha}\right) =\ SOC_{NAT}.F_L.\ F_{LU}.F_{MG}$$

$$SOC_{NAT} = 95\frac{ton}{ha}, F_L = 1{,}44,\ F_{LU},\ = 0{,}69,\ F_{MG} = 1$$

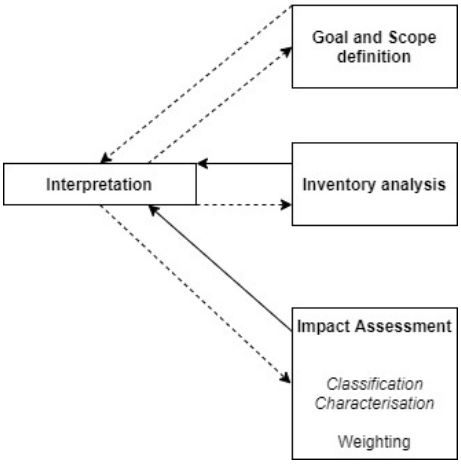
Dit geeft een bodemvoorraad van 7 494 000 ton over het totale areaal van The Potato Valley (46 052 ha). Met een afbraak van ~2,0% voor zeeklei is er sprake van een degradatie van verdwijnen van 3 255 kg EOS/ha op basis van de bodemvoorraad.

7.6. Levenscyclusanalyse – de methodiek

Een Levenscyclusanalyse (*LCA*) is een methode om de milieu impact van een product of dienst over de gehele levenscyclus (*cradle to grave*) in kaart te brengen. Onder een levenscyclus valt de productie van de benodigde grondstoffen uit de natuur (*cradle*), verwerkingsstappen, de productie van het eindproduct, de gebruiksfase en wat er gebeurt aan het einde van de levenscyclus (*grave*) zoals het storten, verbranden of recyclen van het gebruikte product.

De methodiek van een LCA bestaat uit een vaste structuur die wordt gevolgd:

1. **Doel en Reikwijdte:**
   Definiëren en afbakenen van de grenzen van het onderzoek.
2. **Inventarisatie:**
   Analyseren en inventariseren van de bijbehorende emissies
3. **Beoordeling van de impact:**
   Classificeren en samenvatten van de emissies in impact categorieën
4. **Interpretatie**
   Het interpreteren van de gevonden resultaten, check van de analyse en identificeren van hotspots. Eventuele aanpassingen aan voorgaande stappen uitvoeren



Figuur 14 Schematisch overzicht van de LCA methodiek. Aangepast en overgenomen uit Baumann & Tillman , 2004.

De uitkomsten van een LCA kunnen voor verschillende doeleinden worden ingezet; van bijvoorbeeld ondersteuning op beleidsvraagstukken tot duurzamer inkoopbeleid en het geven van inzicht in de hotspots en de milieuprestatie van een product.

7.7. Impact methodes – van emissie naar impactcategorie

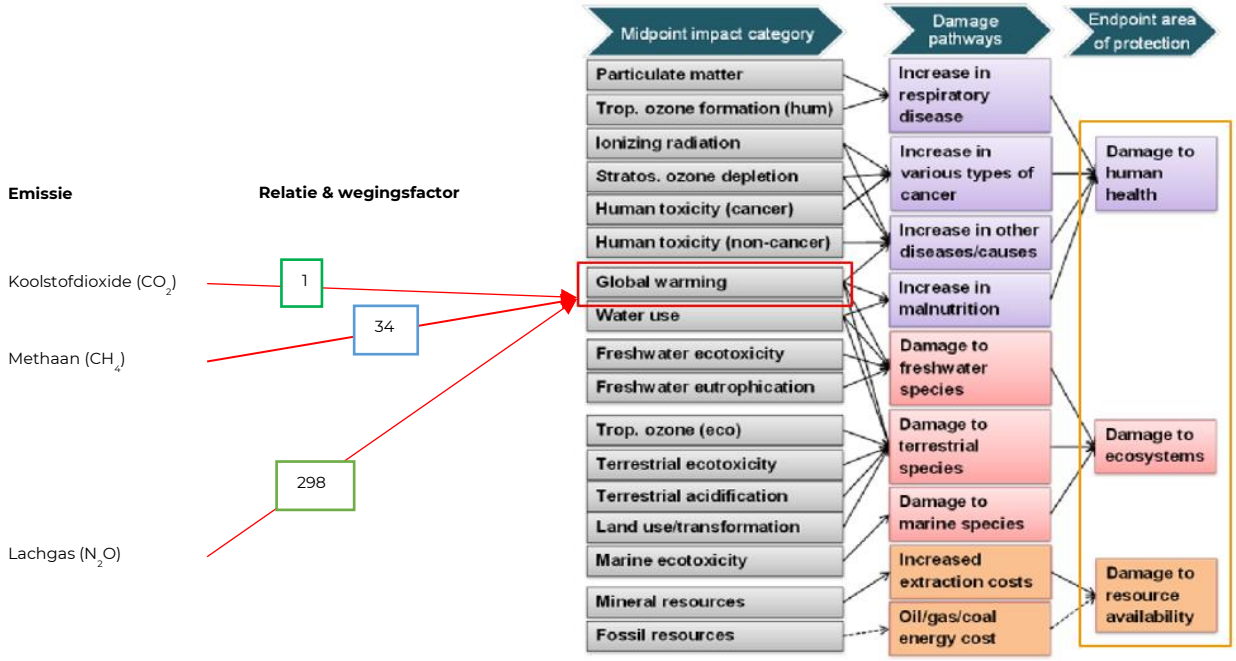
In de hoofdtekst is er al deels uitgelegd hoe er van emissies naar impact categorieën kan worden overgestapt:

> ***Verdieping Hoofdstuk 2: Van emissie naar impact categorie***
>
> *Om tot een resultaat te komen voor een impact categorie zijn emissies nodig. Hiervoor zijn emissies gedefinieerd die bijdragen aan een van deze categorieën. Hiervoor zijn vaak meerdere emissies die hierbij passen. In het voorbeeld van broeikasgassen (categorie: Klimaatverandering) zijn er meerdere emissies die hier aan kunnen bijdragen. De bekendste is koolstofdioxide (CO_2), maar ook gassen zoals methaan (CH_4) en lachgas (N_2O) dragen bij aan klimaatverandering.*
>
> *Om de impactcategorie klimaatverandering te kwantificeren, worden alle gassen uitgedrukt in CO_2-equivalenten. Voor methaan zou dit betekenen dat voor elke uitgestoten kilogram, er 23 keer zoveel CO_2 zou moeten worden uitgestoten om hetzelfde effect op klimaatverandering te krijgen. Wanneer er gesproken wordt over equivalenten kan er dus worden gezien dat er meerdere stoffen achter het gerapporteerde getal weergegeven word.*

De manier waarop emissies kunnen worden samengevat zijn vastgelegd in veel verschillende methodes, die elk hun eigen aanpak en impact categorieën hebben. Daarbij kan er onderscheid gemaakt worden tussen *single-issue* methodes (focus op één enkele categorie) of uitgebreidere methodes (meerdere categorieën). Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van ReCiPe (Huijbregts M.A.J. et al., 2016), welke onder de uitgebreidere methodes valt.

ReCiPe is ontwikkeld door het RIVM, CML, Pré consultants en de Raboud Universiteit in opdracht voor het RIVM. Het figuur 11 geeft de structuur van het model weer (RIVM, n.d.).

In het figuur is te zien dat er op twee verschillende punten categorieën zijn gedefinieerd:



de *midpoint* en *endpoint* categorieën. Bij de eerste worden de emissies vertaald naar losse

Figuur 151: Structuur van het ReCiPe model rechts (RIVM, 2018) *met daarbij gemarkeerd welke onderdelen mee zijn genomen in de analyse voor The Potato Valley. Links is de stap van emissie naar een enkele categorie weergegeven.*

impacts op de leefomgeving (linker rij in figuur 11) zoals bijvoorbeeld klimaatverandering, eutrofiëring van zoetwater (toename van de voedselrijkdom) en het gebruik (en dus

opmaken) van fossiele grondstoffen. Bij de tweede (endpoint) worden de consequenties van de losse impacts samengevat op een hoger schaalniveau. Alle losse milieuproblemen hebben uiteindelijk een effect op de menselijke gezondheid, biodiversiteit en grondstof schaarste. De relaties om van midpoint naar endpoint indicatoren te komen is ook weergegeven in het figuur.

7.8. Omschrijving van de geselecteerde grondstofstromen

In tabel 3 staan een samenvatting van de geselecteerde grondstofstromen. In deze bijlage worden deze grondstofstromen omschreven en additionele effecten, huidige toepassingen en toetredingsschaal worden gegeven. Alle grondstoffen, behalve mineralenconcentraat en struviet uit huishoudelijk slib, kunnen direct toegepast worden op de gewenste wijze.

Vaste rundermest (met stro)

Fytosanitaire implicaties kunnen opspelen wanneer koeien aardappel(resten) eten en de mest op het land wordt toegediend. Echter, overleven de belangrijkste aardappelziektes de maag van de koe niet (Koopmans & Zwijnenburg, 2015). Momenteel wordt vaste rundermest met stro voornamelijk toegepast voor bemesting.

Runderdrijfmest

Drijfmest is een mengel van vaste en vloeibare mest. Fytosanitaire implicaties kunnen opspelen wanneer koeien aardappel(resten) eten en de mest op het land wordt toegediend. Echter, overleven de belangrijkste aardappelziektes de maag van de koe niet (Koopmans & Zwijnenburg, 2015). Momenteel wordt runderdrijfmest voornamelijk toegepast voor bemesting.

Varkensdrijfmest

Drijfmest is een mengel van vaste en vloeibare mest en data is afkomstig van vleesvarkens. Fytosanitaire risico's kunnen eventueel opspelen wanneer ongeconsumeerde aardappelresten terecht komen in de mestput (Termorshuizen & Postma, 2021). Dit gebeurt echter weinig en is dus geen belangrijk risico. Momenteel wordt varkensdrijfmest voornamelijk toegepast voor bemesting.

Pluimveemest

Pluimveemest is altijd vaste mest en kent weinig risico's. Momenteel wordt pluimveemest voornamelijk toegepast voor bemesting.

Natuurgras

Natuurgras is gras dat in natuurgebieden bij onderhoud vrij is gekomen. Risico's betreft natuurgras zijn afval en andere verontreinigingen die terecht kunnen komen in de grondstofstroom. Tevens kan de afwezigheid van onkruiden en plantpathogenen niet gegarandeerd worden (Termorshuizen & Postma, 2021). Momenteel wordt natuurgras voornamelijk toegepast voor compostering (Wageningen University and Research et al., 2013).

Bermgras

Bermgras is gras dat vrijkomt bij onderhoud van de bermen. Risico's betreft bermgras zijn fysieke verontreinigingen (afval) die terecht kunnen komen in de grondstofstroom. Tevens kan de afwezigheid van onkruiden en plantpathogenen niet gegarandeerd worden (Termorshuizen & Postma, 2021). Momenteel wordt bermgras voornamelijk toegepast voor compostering (Wageningen University and Research et al., 2013).

Houterige stromen

Houterige stromen komen vrij op verschillende wijzen zoals bij gemeentelijk onderhoud en boomgaarden. Naaldhout is ongeschikt voor deze toepassing aangezien naaldhout giftige terpentijnverbindingen bevat die plantengroei onderdrukken. Houterige stromen is een stroom met diverse oorsprongen waardoor het gauw verontreinigd kan zijn. Daarom moet er onderzocht worden wat de oorsprong van de houterige stroom is voordat het wordt toegediend op het land. Additionele voordelen van de toepassing van houtsnippers op het land ten behoeve van grondverbetering is dat nuttige schimmels wit schimmelpluis veroorzaken op de houtsnippers. Deze voor het gewas onschadelijke witrot voert dan competitie met pathogenen waardoor nadelige effecten verminderd worden. Bij toediening van houtsnippers moet er wel extra stikstof aangevoerd worden omdat schimmels dit nodig hebben om hun celmateriaal te vormen (Vleeschouwers, 2015). Momenteel worden houterige stromen voornamelijk verbrand voor energieopwekking.

Spuiwater

Spuiwater ontstaat door luchtwassers in stallen om stikstofverliezen aan de atmosfeer te minimaliseren. Data die gebruikt is, is afkomstig van chemische luchtwassers. Er kleven weinig risico's aan spuiwater. Het moet echter niet gemengd worden met andere meststoffen aangezien dit levensgevaarlijk en dus verboden is (Nieuwe oogst, 2016b). Het grote voordeel van spuiwater gebruiken voor stikstofbemesting, is dat de stikstofkringloop meer gesloten wordt. In plaats van dat stikstof vervliegt en in de atmosfeer terecht komt, wordt het opgevangen in luchtwassers en blijft het in het voedselproductiesysteem. Momenteel wordt spuiwater voornamelijk toegepast voor bemesting (RVO, 2021b).

Nutrientenconcentraat

Nutriëntenconcentraat is het eindresultaat van ultrafiltratie (of soortgelijke technieken) van dierlijke mest gevolgd door omgekeerde osmose. Door de omgekeerde osmose kennen nutrietenconcentraten weinig verontreinigingen en fytosanitaire implicaties (Hoeksma et al., 2016). Nutrientenconcentraat kan al wo4rden toegepast als dierlijke mest, maar nog niet als kunstmestvervanger (ondanks dat nutriëntgehaltes vergelijkbaar zijn). Er zijn nu onderzoeken gaande of nutriëntenconcentraat een goede kunstmestvervanger kan zijn en telers kunnen zich inschrijven voor deze pilot. Het ziet er naar uit dat in de nabije toekomst mineralenconcentraat goedgekeurd wordt als kunstmestvervanger. Deze classificatie zou circulariteit van het productiesysteem verhogen, aangezien nutriënten meer hergebruikt worden en zijn er minder inputs van buiten het systeem benodigd. Momenteel wordt nutriëntenconcentraat voornamelijk toegepast voor bemesting (RVO, 2021a).

Struviet huishoudelijk slib

In rioolzuiveringsinstallaties wordt magnesium bij het afvalwater gevoegd waardoor ammonium en fosfaat gaan kristalliseren tot struviet. Op deze wijze wordt fosfor opgevangen en kan het dienen in bemesting. Er worden veel vraagtekens gezet bij de kwaliteit van struviet afkomstig van huishoudelijk slib i.v.m. medicijnresten, zware metalen en pathogenen. Struviet uit huishoudelijk slib wordt momenteel de afvalstatus toegekend maar kan voldoen aan de grondstof status mits het proper gehygieniseerd is (M. Evers et al., 2016; van der Grinten & Spijker, 2018a). Dit zal naar alle waarschijnlijk gangbaarder worden op middellange termijn. Deze classificatie zou de circulariteit van het productiesysteem verhogen aangezien nutriënten meer hergebruikt worden en zijn er minder inputs van buiten het systeem benodigd. Ofwel, de fosforkringloop wordt meer gesloten. Door de sanitaire implicaties kent struviet afkomstig uit huishoudelijk slib geen grote toepassing.

Struviet aardappelindustrieslib

In het aardappelafvalwater wordt magnesium toegevoegd waardoor ammonium en fosfaat gaan kristalliseren tot struviet. Op deze wijze wordt fosfor opgevangen en kan het dienen in bemesting. Aangezien aardappelafvalwater de classificatie van grondstof heeft kans

struviet uit aardappelindustrieslib toegepast worden als meststof.. Momenteel wordt struviet uit aardappelslib voornamelijk toegepast voor bemesting (M. Evers et al., 2016).

Gips

Met gips wordt natuurgips bedoeld. Dit komt vrij als reststroom en is 100% puur calciumsulfaat zonder toevoegingen. In de pure vorm kan het ook toegediend worden in de landbouw. Op de markt kan ook natuurgips met additieven ter promotie van plantengroei gekocht worden. Deze bevatten 2% N en % K. In dit project wordt uitgegaan van puur calciumsulfaat dus zonder additieven. Afhankelijk waar gips vandaan komt bepaald de risico's die aan het gebruik ervan kleven. Zeker wanneer (afval)gips gebruikt wordt kan er spraken zijn van vervuiling van zware metalen, dioxines en andere verontreinigingen (Derikx et al., 2021). Gips verhoogd de pH van de bodem niet maar verbeteren de structuur en zijn effectief tegen wormenproblemen (Koopmans & Zwijnenburg, 2015). Door verbeterde structuur wordt de opname verbeterd waardoor minder inputs nodig zijn en circulariteit verhoogd wordt. Momenteel wordt gips voornamelijk toegepast in de bouw.

Eierschalen

Eierschalen zijn een restproduct van de eierproductie en bevatten veel calciumcarbonaat (kalk.) Afhankelijk van de oorsprong kunnen eierschalen verontreinigingen bevatten die schadelijk kunnen zijn voor het teeltsysteem. Hier wordt echter op getest dus risico's worden geminimaliseerd. Eierschalen zijn een unieke kalksoort met hoge pH die hygiëniseert, waardevolle sporenelementen bevat en een zuurbindende waarde heeft (Bergfourage, 2020). Hierdoor wordt de opname verbeterd waardoor minder inputs nodig zijn en circulariteit verhoogd wordt. Momenteel worden eierschalen voornamelijk toegepast voor diervoeding en bodemverbeteraar .

Verenmeel

Verenmeel zijn vermalen veren en is een restproduct van de pluimveeindustrie. Afhankelijk van de oorsprong kan verenmeel zware metalen en pathogenen bevatten die schadelijk kunnen zijn voor het teeltsysteem(Postma et al., 2013). Hier wordt echter op getest dus risico's worden geminimaliseerd. Verenmeel heeft een ziektewerend effect waardoor minder gewasbeschermingsmiddelen benodigd zijn en circulariteit dus verhoogd wordt. Momenteel wordt verenmeel voornamelijk toegepast voor diervoeding en bodemverbeteraar (Postma et al., 2013).

Nefelien syeniet

Nefelien syeniet is een steenmeel en is een reststroom van de mijnbouw. Het is een vermalen/vergruisde variant van het nefelien syeniet gesteente. Afhankelijk van de bron kan steenmeel zware metalen, dioxines en andere contaminanten bevatten. Hier wordt op getest om risico's te minimaliseren (Actimin, 2014). Additionele voordelen van steenmeel is dat het bodemleven stimuleert, opname stimuleert, uitspoeling van nutriënten tegengaat, CO2 opslaat en sporenelementen bevat waardoor het gewas robuuster wordt. Door voorgenoemde voordelen zijn en er minder inputs nodig waardoor de circulariteit van het systeem verhoogd wordt. Momenteel wordt Nefelien syeniet voornamelijk toegepast voor bemesting en bodemverbeteraar (Steenmeeladvies, 2019).

Feldspar

Feldspar is een steenmeel en is reststroom van de mijnbouw. Het is een vermalen/vergruisde variant van het Feldspar of veldspaat gesteente. Afhankelijk van de bron kan steenmeel zware metalen, dioxines en andere contaminanten bevatten. Hier wordt op getest om risico's te minimaliseren (Actimin, 2014). Additionele voordelen van steenmeel is dat het bodemleven stimuleert, opname stimuleert, uitspoeling van nutriënten tegengaat, CO2 opslaat en sporenelementen bevat waardoor het gewas robuuster wordt. Door voorgenoemde voordelen zijn en er minder inputs nodig waardoor

de circulariteit van het systeem verhoogd wordt. Momenteel wordt Feldspar voornamelijk toegepast voor bemesting en bodemverbeteraar (Steenmeeladvies, 2019).

Aardappelschillen

Aardappelschillen zijn een restproduct van de consumptieaardappel verwerkende industrie. Deze schillen kunnen koud of warm (met stoom) geschild worden. Wanneer deze aardappelreststroom onbehandeld toegediend worden op het land blijven er altijd fytosanitaire implicatie. Wanneer aardappelschillen gecomposteerd worden, zullen de fytosanitaire implicaties geminimaliseerd worden aangezien de temperatuur boven de 70% zal zijn tijdens compostering (Koopmans & Zwijnenburg, 2015). Momenteel worden aardappelschillen voornamelijk ingezet voor diervoeding (Janssens & Smit, 2016).

Aardappelsnippers

Aardappelsnippers zijn een restproduct van de consumptieaardappel verwerkende industrie en betreft kleine stukjes aardappels die bij het snijden vrijkomen. Wanneer deze aardappelreststroom onbehandeld toegediend worden op het land blijven er altijd fytosanitaire implicatie. Wanneer aardappelsnippers gecomposteerd worden, zullen de fytosanitaire implicaties geminimaliseerd worden aangezien de temperatuur boven de 70% zal zijn tijdens compostering (Koopmans & Zwijnenburg, 2015). Momenteel worden aardappelsnippers voornamelijk ingezet in voeding en diervoeding (Janssens & Smit, 2016).

Aardappelpersvezels

Aardappelpersvezels is een reststroom van de zetmeelaardappel verwerkende industrie. Om de zetmeel te verkrijgen worden de zetmeelaardappels geperst waardoor vezels overblijven. Wanneer deze aardappelreststroom onbehandeld toegediend worden op het land blijven er altijd fytosanitaire implicatie. Wanneer aardappelpersvezels gecomposteerd worden, zullen de fytosanitaire implicaties geminimaliseerd worden aangezien de temperatuur boven de 70% zal zijn tijdens compostering (Koopmans & Zwijnenburg, 2015). Momenteel worden aardappelpersvezels voornamelijk toegepast in diervoeding.

Protamylasse

Protamylasse is een restproduct van de zetmeelaardappel verwerkende industrie. Het ontstaat wanneer het eiwit uit het aardappelvruchtwater is gehaald en wordt vervolgens ingedikt. Tijdens het productieproces van Protamylasse wordt het verhit tot 10% graden Celsius waardoor fytosanitaire risico's geminimaliseerd worden (Zanen & Cuijpers, 2008). Momenteel wordt protamylasse voornamelijk gebruikt voor bemesting en diervoeding (Janssens & Smit, 2016).

Kriel

Kriel zijn aardappels die afgekeurd worden op basis van kwaliteitseisen en zijn een reststroom van de consumptie en zetmeelaardappel verwerkende industrie. Wanneer deze aardappelreststroom onbehandeld toegediend worden op het land blijven er altijd fytosanitaire implicatie. Wanneer kriel gecomposteerd worden, zullen de fytosanitaire implicaties geminimaliseerd worden aangezien de temperatuur boven de 70% zal zijn tijdens compostering (Koopmans & Zwijnenburg, 2015). Momenteel wordt kriel voornamelijk vergist of toegepast als diervoeding (Janssens & Smit, 2016).

Bietenpersvezels

Bietenpersvezels zijn een reststroom van de suikerbiet verwerkende industrie. Het ontstaat wanneer de suikerbieten gesneden en geperst worden om het suikerhoudende vruchtwater te bemachtigen. De bietenpersvezels zijn de vezels die over blijven. Er gaan weinig risico's gepaard met het gebruik van bietenpersvezels in de landbouw, zeker niet wanneer deze eerst gecomposteerd worden. Momenteel worden bietenpersvezels voornamelijk toegepast in diervoeding en vergisting (A. B. Smit & Janssens, 2016).

Bietenstaartjes

Bietenstaartjes zijn wortels die aan de onderkant van de suikerbiet zitten en komen vrij wanneer de suikerbieten gewassen worden voordat ze verwerkt worden. Er gaan weinig risico's gepaard met het gebruik van bietenstaartjes in de landbouw, zeker niet wanneer deze eerst gecomposteerd worden. Momenteel worden bietenstaartjes voornamelijk vergist (Elbersen et al., 2011).

Betacal

Bij de zuivering van suikerbietvruchtwater t.b.v. suikerproductie ontstaat deze restroom bestaande uit koolzure kalk met organische stof. Toediening van betacal kan de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem verminderen waardoor schurft in pootaardappelen wordt gestimuleerd (Koopmans & Zwijnenburg, 2015). Betacal is een kalkmeststof die de pH van de bodem verbeterd, bodem structuur verbeterd en het bodemleven stimuleert (Cosun Beet Company, n.d.). Hierdoor zijn verminderde inputs nodig en wordt de circulariteit van het systeem verhoogd. Momenteel wordt betacal voornamelijk ingezet als bodemverbeteraar (Elbersen et al., 2011).

Graanbijproducten

Graanbijproducten is een overkoepelende term voor reststromen die ontstaan bij de graan verwerkende industrie. Er gaan weinig risico's gepaard met het gebruik van bietenstaartjes in de landbouw, zeker niet wanneer deze eerst gecomposteerd worden. Momenteel worden graanbijproducten voornamelijk ingezet in de diervoeding.

7.9. Uitgeselecteerde grondstofstromen

In deze bijlage worden de grondstofstromen gegeven die de selectie niet gehaald hebben aan de hand van bepaalde criteria. In de toekomst kunnen er andere criteria interessant gevonden worden dus deze stromen moeten niet uit het oog verloren worden.

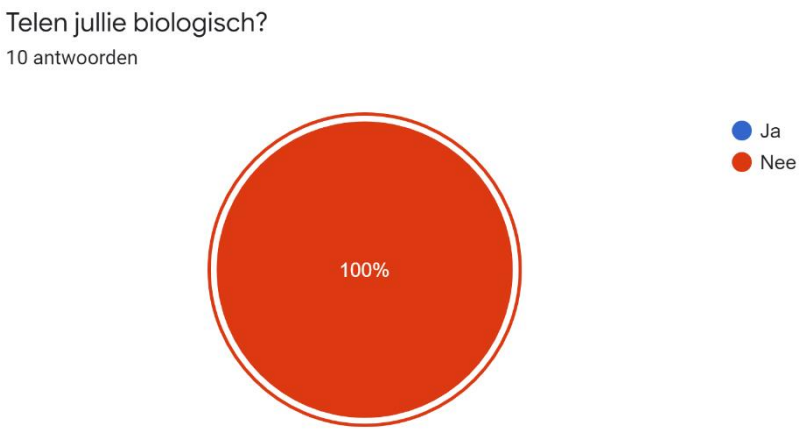
Digestaat rundveedrijfmest (25%)
Digestaat Rundveedrijfmest (50%)
Digestaat Vleesvarkensdrijfmest (25%)
Digestaat Vleesvarkensdrijfmest (50%)
Digestaat co-vergiste rundveedrijfmest
Digestaat co-vergiste vleesvarkensdrijfmest
Waddenslib
Dunne fractie Rundermest (gier)
Dunne fractie varkensmest (gier)
Zuiveringsslib
GFT-compost
Groencompost
Stro
Zetmeel
Bierbostel
Tarwegistconcentraat

7.10. Vragen en resultaten enquête Kringlooplandbouw

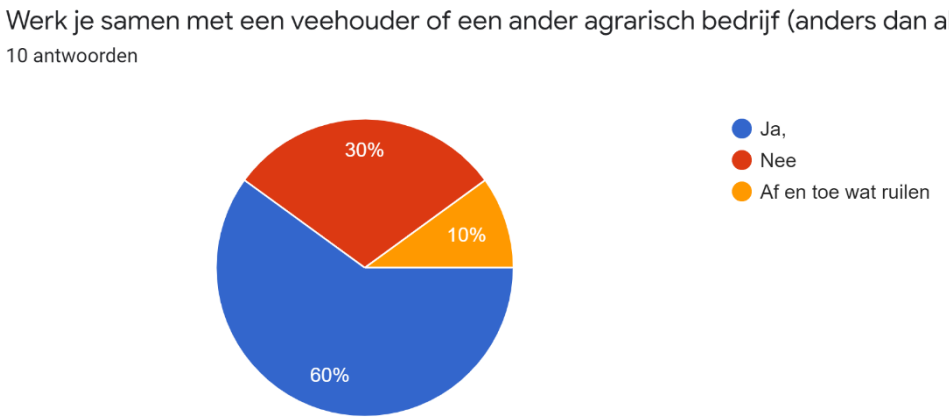
1. Hoe ziet jullie bouwplan eruit?

pootaardappels, granen, zaaiuien, spinazie zaaizaadteelt
1:3 PA, SB, WT, WG en UI
1 op3 met granen suikerbieten vogelakker
Pootaardappelen, Wintertarwe, Suikerbieten, Graszaad
Pootgoed-tarwe-bieten-tarwe-poorgoed
Tarwe, suikerbieten, tarwe, pootaardappelen
1 op 3/4 pootgoed met tarwe, graszaden, spinaziezaad, suikerbieten, wortels en verhuurd grasland
Pootaardappelen, uien, suikerbieten, graan, graszaad
Waarde - Paard- Sbieten- Graszaad.

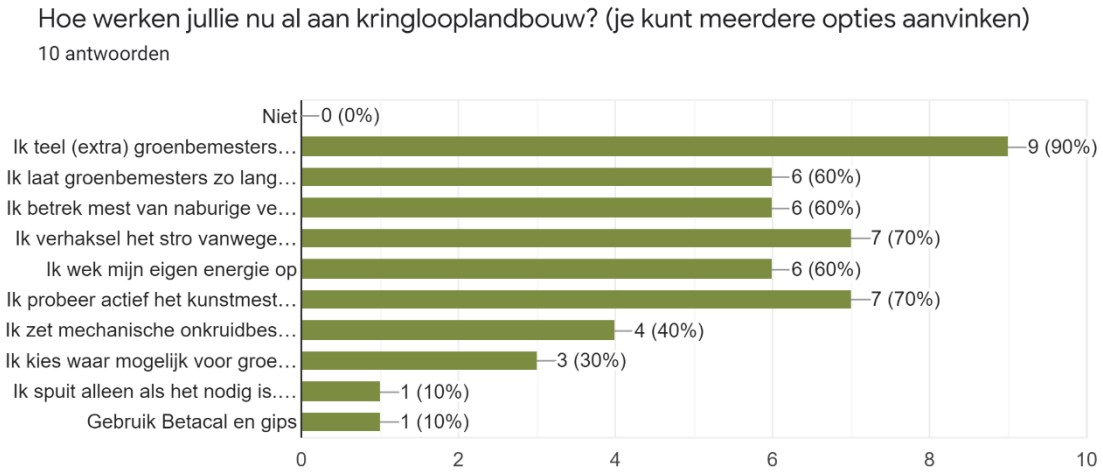
2. Telen jullie biologisch?



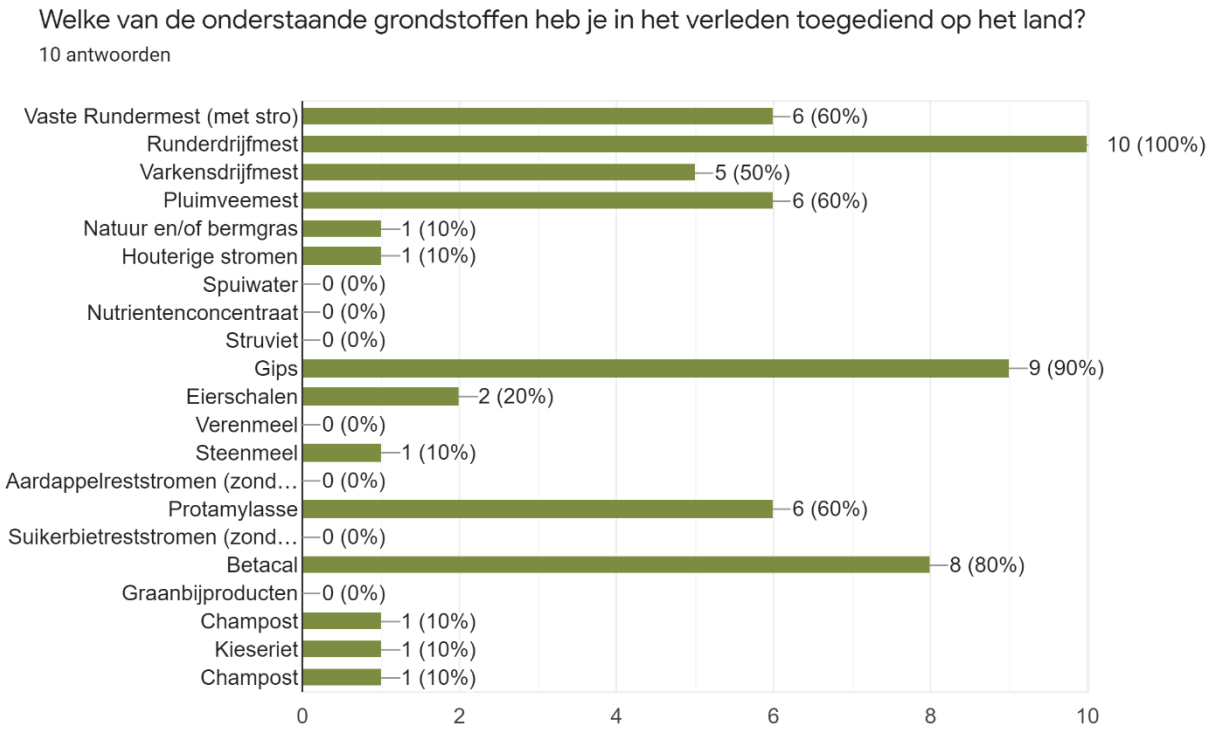
3. Werk je samen met een veehouder of een ander agrarisch bedrijf (anders dan akkerbouw)?



4. Hoe werken jullie nu al aan kringlooplandbouw? (je kunt meerdere opties aanvinken)



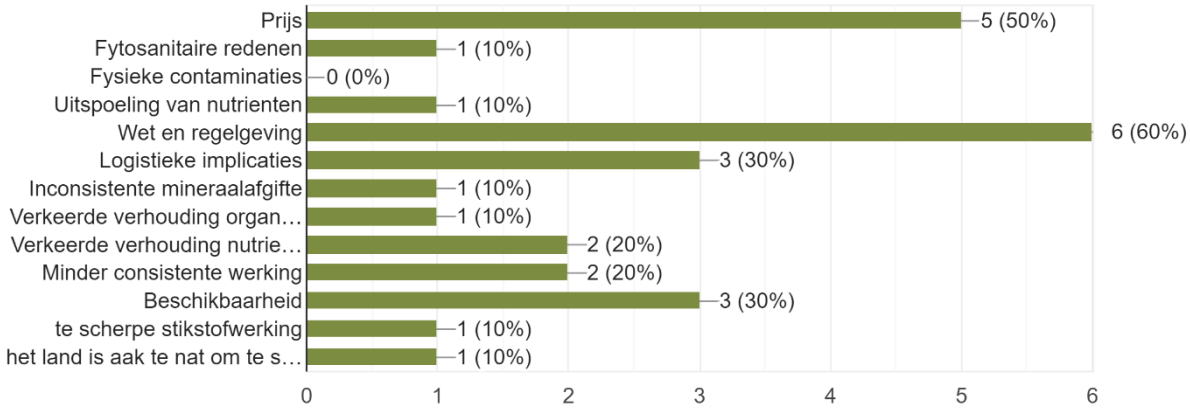
5. Welke van de onderstaande grondstoffen heb je in het verleden toegediend op het land?



6. Wat zijn de punten waar je tegenaan bent gelopen met deze grondstofstromen?

Wat zijn de punten waar je tegenaan bent gelopen met deze grondstofstromen?

10 antwoorden

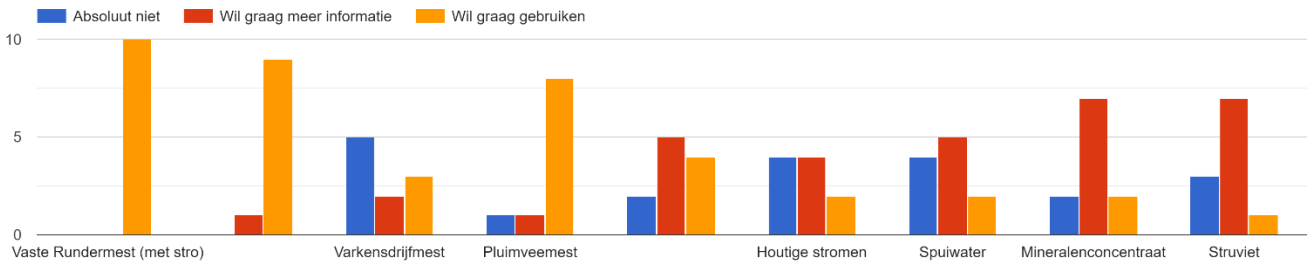


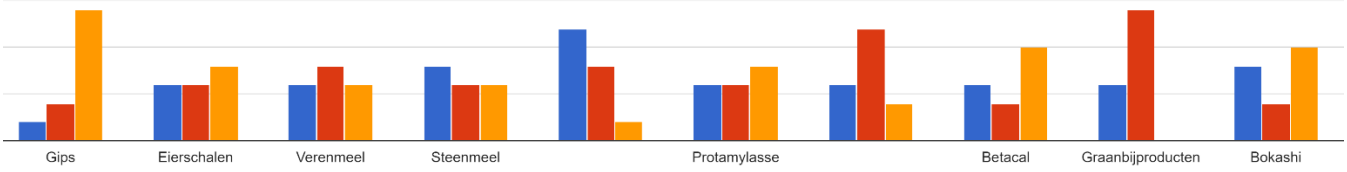
7. Wat is de grootste beperking om nieuwe reststromen/grondstofstromen in te zetten op je bedrijf?

Met de huidige mestwetgeving zit onze ruimte vol . We mogen aanvullend alleen nog kunstmest-stikstof gebruiken
vervuiling
Dat ze meetellen voor stikstof en fosfaat
kennis
Normen voor toepassing N en P
Wet en regelgeving
Verhouding van nutriënten, prijs, onderbouwing bijdrage voor grond
Prijs en geen ervaring
Toepassingsmoment, verhouding nutriënten
Wet en regelgeving. Fytosanitaire redenen. Residuen in bevoordeeld p uit rioolslib steden. Vergisters waar van alles in gaat (aardappelen) Geld ook voor compost.

8. Welke van onderstaande stromen zou je graag gebruiken en welke niet?

Welke van onderstaande stromen zou je graag gebruiken en welke niet?





9. Voorbeeld 1: Mineralenconcentraat en spuiwater hebben gelijkende eigenschappen als kunstmest. Wanneer zou het voor u interessant worden om mineralenconcentraat en spuiwater toe te passen?

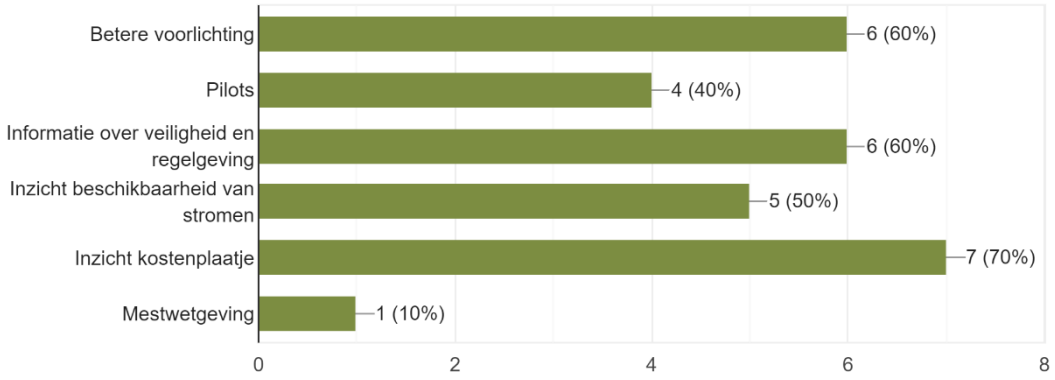
Als de kunstmest zo duur blijft
bij laag zoutgehalte
ik heb meer info nodig
goed en snel werkende aparatuur om het toe teo te passende
Prijs en samenstelling moeten passen bij bouwplan
Prijs
De effecten op langere termijn bekent, prijsniveau in verhouding met de voordelen/nadelen
Zolang ik het zelf kan toepassen
Enkelvoudige mineralen, voldoende geconcentreerd en constante samenstelling
Als het veilig is. Willen geen afvoerputje worden.

10. Voorbeeld 2: Om de fosforkringloop te sluiten wordt er gekeken naar fosforwinning uit rioolslib/humane excretie in de vorm van struviet. Struviet is een fosforhoudende kristal dat in de bemesting toegepast kan worden. Wanneer zou het voor u interessant worden om struviet toe te passen?

Niet nodig
niet, gebruik alleen fosfaat uit dierlijke mest
moet veilig zijn! geen hormonen en medicijnresten
prijs
Prijs en samenstelling moeten passend zijn t.o.v. andere bronnen. Toepassing middels bestaande apparatuur moet mogelijk zijn.
Prijs en werking
Als de effecten van de eventuele bijvangst/ roestmiddelen bekend zijn (zoals medicijnen)
Prijs gunstig en geen nadelige bijeffecten van hormonen e.d.
Veilig ivm verontreinigingen, gunstige toepassingsvoorwaarden fosfaat
Als boven staande.

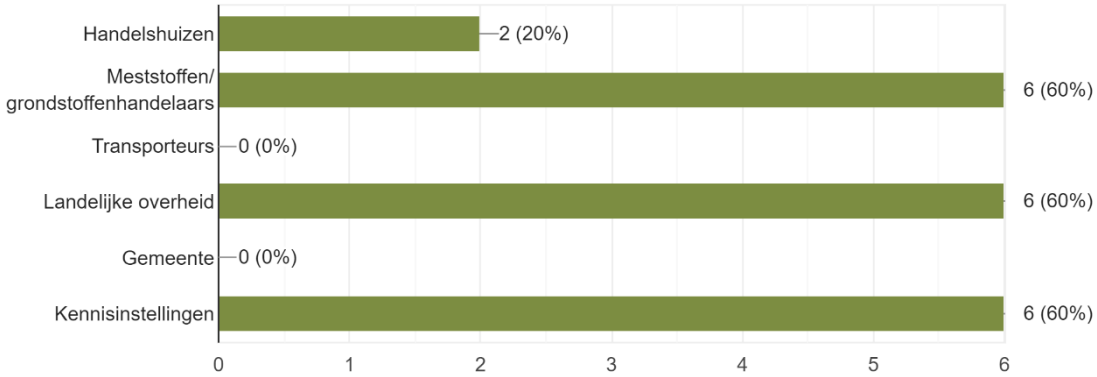
11. Wat zou helpen om meer gebruik te maken van de alternatieve stromen?

Wat zou helpen om meer gebruik te maken van de alternatieve stromen?
10 antwoorden



12. Van welke partijen verwacht je acties om te helpen met het verder toepassen van kringlooplandbouw?

Van welke partijen verwacht je acties om te helpen met het verder toepassen van kringlooplandbouw?
10 antwoorden



13. Wat zouden bovengenoemde partijen moeten doen zodat je een stap richting kringlooplandbouw kan zetten?

Je zou alle stikstof in de organische vorm moeten kunnen geven . Nu moet je altijd nog kunstmest gebruiken
meer info
voorlichting, zeer concurrerende prijzen
onderzoek
Stoppen met dat stomme woord; dit doen we al jaren, maar het kan meer toegepast worden
Onderzoek financiën en praktijk proeven
Gerichte informatie van het product en wat het doet op lange termijn. Gericht op eigen gronden en bouwplan advies
De veehouderij niet verder wegsturen. Het land schreeuwt om fosfaat.
Producten onder de aandacht brengen als volwaardig alternatief voor kunstmest.

Er is grootte behoefte aan kennis over werking.

14. Zijn er nog andere opmerkingen die je ons mee wil geven in het kader van dit onderzoek?

reststromen zijn normaliter een kostenpost. Zodra het woord kringlooplandbouw oid valt denken veel partijen meteen aan verkoop en winst maken. Als ze bijvoorbeel 50% besparen op afzetkosten is dit voor hun ook al winst, dat moet de eerste stap zijn
Praktisch houden!
Zet inderdaad in op terugwinning van fosfaat, dit gaat een problem worden.

ecoras