



Gemeente Amsterdam:
Haalbaarheidsstudie sluiten van
kringlopen voor organische stof en
nutriënten op regionale schaal

Eindrapport

In opdracht van:

Gemeente Amsterdam R&D, Team Circulaire Economie
Mara van der Kleij (m.van.der.kleij@amsterdam.nl)

Titel: Haalbaarheidsstudie sluiten van kringlopen voor organische stof en nutriënten op regionale schaal

Status: Eindrapport

Datum: 22 april 2022

Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam R&D, Team Circulaire Economie
Mara van der Kleij (m.van.der.kleij@amsterdam.nl)

Met input van: Gemeente Amsterdam, Programmamanager Afval & Grondstoffen
Johan Kerpershoek (j.kerpershoek@amsterdam.nl)

Auteur(s): Sanna Melita, Iemke Bisschops, Tiemen Nanninga, Wouter de Buck

LeAF projectnummer: 21-519

Aantal pagina's: 68

LeAF B.V.
Postbus 500
6700 AM Wageningen
0317 484208
info@leaf-wageningen.nl
<http://www.leaf-wageningen.nl>

Samenvatting

Gemeente Amsterdam heeft de ambitie om in 2030 65% van het GFTe afval (Groente Fruit en Tuinafval + etensresten) circulair te verwerken. Daarnaast is er in Nederland op verschillende locaties ervaring opgedaan met gescheiden inzameling en verwerking van urine, en wil de gemeente kijken naar de potentie hiervan in de Metropoolregio Amsterdam (MRA). LeAF is gevraagd om te onderzoeken of het haalbaar is om op korte termijn een project uit te voeren dat succesvol bijdraagt aan het sluiten van kringlopen op regionale schaal, ten behoeve van de voedselketen. Hierbij wordt de stad als bron gezien van herwonnen grondstoffen, zoals organische stof en nutriënten, die vervolgens in de MRA gebruikt kunnen worden. Zo wordt de keten op een voor de burger zichtbare manier gesloten.

Het sluiten van de voedselkringloop richt zich op het terugwinnen van meststoffen, zoals organische stof en de nutriënten fosfaat, kalium en stikstof, uit reststromen. Dit is hard nodig. Fosfaat en kalium worden gemaakt op basis van eindige grondstoffen en het produceren van alle nutriënten gaat momenteel gepaard met een hoog fossiel brandstof gebruik. In de land- en tuinbouw wordt ook veel gebruik gemaakt van veen, een eindige organische grondstof. Bij de ontginning hiervan, veelal in de Baltische staten, komen grote hoeveelheden CO₂ vrij. Gemeente Amsterdam heeft GFTe en gescheiden ingezamelde urine geïdentificeerd als interessante reststromen voor terugwinning van grondstoffen voor lokale kringloopsluiting.

Momenteel hebben de huidige verwerkers van GFTe, zeker in het westen van Nederland, hun maximale capaciteit bereikt. Vanwege de verwachte grotere hoeveelheden gescheiden ingezameld GFTe in 2030, zal de verwerkingscapaciteit dus moeten worden uitgebreid. Dit biedt kansen om te komen tot een meer hoogwaardige verwerking. Daarnaast heeft Gemeente Amsterdam in de voorwaarden voor de evenementenvergunning vastgelegd dat urine apart moet worden ingezameld en ingeleverd bij een verwerker. Urine bevat relatief veel meststoffen dus ook hier liggen er kansen om in te zetten op grondstofterugwinning ten behoeve van de voedselketen.

Het doel van het uitgevoerde onderzoek was het identificeren van haalbare verwerkingsroutes voor GFTe en urine, en het voorstellen van projectenideeën die geschikt zijn om deze routes verder te ontwikkelen zodat GFTe en urine in 2030 circulair verwerkt kunnen worden. Voor het bepalen van de haalbaarheid zijn de verwerkingsopties geëvalueerd op basis van technologische, economische, juridische en sociale aspecten.

Eerst zijn de verschillende mogelijkheden voor de verwerking en verwaarding van GFTe en urine uit de MRA ten behoeve van de voedselketen geïdentificeerd. Informatie is verzameld door middel van interviews met stakeholders, een korte literatuurstudie en bij LeAF beschikbare expertise op dit thema. Dit leverde een uitgebreide lijst van mogelijke verwerkingsroutes op. In overleg met de Gemeente Amsterdam zijn de meest haalbare routes geselecteerd. Vervolgens zijn de kansen en belemmeringen voor het slagen van deze circulaire verwerkingsopties in kaart gebracht. De meest in het oog springende kansen en belemmeringen zijn:

Kwaliteit en hoeveelheid

De kwaliteit van het ingezamelde materiaal is een aspect dat door meerdere stakeholders genoemd wordt als een van de belangrijkste punten. Hierbij gaat het zowel om de mogelijk in het materiaal aanwezige verontreinigingen als om de samenstelling. Bij GFTe is men bezorgd om de aanwezigheid van ongewenste stoffen zoals plastic, zware metalen, blik, onkruidzaden (exoten) en pathogenen. In

gescheiden ingezamelde urine zijn vooral de organische microverontreinigingen (medicijn- en/of drugsresten) een probleem. De hoeveelheid ingezameld afval is ook een belangrijk aspect. In de tijd afnemende of fluctuerende hoeveelheden belemmeren bijvoorbeeld een efficiënte verwerking. Bij het inzamelen van urine zal de ene bron (woonwijk) voor een meer consistente stroom van urine zorgen dan de andere (festivals). De gemeente kan een rol spelen bij het inzetten op voldoende grote en constante hoeveelheden GFTe en urine van goede kwaliteit.

Technologische ontwikkelingen

Een groot aantal technologieën voor de terugwinning van (hoogwaardige) producten uit GFTe en urine is nog in ontwikkeling. Technologieën zijn bijvoorbeeld bewezen op kleine schaal (lab of kleine pilot) of op een andere (afval)stroom, en er is eerst meer ontwikkeling en ervaring nodig voordat deze kunnen worden toegepast op grote schaal en met GFTe. Bij opschaling kan de beschikbaarheid van voldoende inputmateriaal een beperkende factor zijn. Zolang er geen vertrouwen is dat een techniek een goed product met constante kwaliteit kan produceren, is er weinig animo om aan de voorkant aanpassingen te doen waardoor de kwaliteit en continuïteit van de invoer gegarandeerd is.

Dat technologieën constant in ontwikkeling zijn biedt ook kansen om actief mee te bewegen met nieuwe inzichten op het gebied van de kwaliteit van het invoermateriaal, in dit geval GFTe en urine. Andere inzamelmethoden kunnen een andere kwaliteit materiaal geven, waardoor mogelijk eerder niet toepasselijk gedachte technieken toch interessant worden. Ook veranderingen in wet- en regelgeving kunnen sturend zijn in technologische ontwikkelingen. Hier ligt mogelijk op beleidsniveau een rol voor de gemeente.

Acceptatie

Bij terugwinning van grondstoffen uit GFTe en urine heeft de oorsprong van het materiaal invloed op de perceptie en acceptatie van de teruggewonnen producten. Boeren en hun afnemers moeten bijvoorbeeld kunnen vertrouwen op de kwaliteit van teruggewonnen meststoffen. Dit betreft zowel de landbouwkundige werking van het materiaal, als de afwezigheid van verontreinigingen. De landbouw wil niet worden gezien als een eindbestemming voor afval. Ook zijn er zorgen over de acceptatie van het eindproduct door de consument, wil het algemene publiek voedsel kopen dat bemest is met menselijke urine?

Lokale kringloopsluiting kan een kans bieden om de sociale belemmeringen te overwinnen en mensen juist motiveren om hun afval (beter) te scheiden. Dit vanwege het circulaire “verhaal” dat dan bij afvalscheiding hoort, waardoor er een meer directe relatie is tussen het eigen gedrag en wat er met het materiaal gebeurt.

Circulariteit en hoogwaardigheid van producten

De huidige verwerking van GFTe tot compost is op zichzelf al een circulaire aanpak, met kringloopsluiting van de voedselketen. Wanneer ingezet wordt op goede kwaliteit GFTe geeft dit ook kansen voor het terugwinnen van meer hoogwaardige producten naast compost. Cascadering – het opeenvolgend terugwinnen van verschillende producten uit de verschillende nieuw ontstane reststromen – biedt kansen om reststromen beter te verwaarden. Bijvoorbeeld het produceren van bouwstenen zoals vetzuren voor de chemische industrie, de reststroom vergisten tot biogas (groene energie), de nutriëntenarme vaste fractie van het digestaat composteren, kunstmestvervangers winnen uit de vloeibare fractie en deze daarna verder opzuiveren tot schoon water. Dit soort cascades zijn zeer waarschijnlijk nog niet kosteneffectief, maar door technologische ontwikkelingen en toenemende prijzen voor fossiele grondstoffen kan dit in de toekomst veranderen.

Voor urine is er nog geen kringloopsluiting, en slechts een klein deel van de urine wordt momenteel gescheiden ingezameld. Vrijwel alle Nederlandse urine gaat via riolering en de centrale rwzi. Het gezuiverde water wordt wel weer deel van de waterkringloop, en op een aantal plekken in Nederland worden energie en fosfaat voor een klein deel teruggewonnen. Urine bevat het grootste deel van de meststoffen uit onze voeding, in een relatief klein volume. Het geschikt maken van urine voor gebruik in de landbouw is dus een van de meest directe vormen van kringloopsluiting.

Wet- en regelgeving

Wet- en regelgeving hebben grote invloed op de haalbaarheid van de ontwikkeling en toepassing van nieuwe technologieën en circulaire producten. Het gaat hierbij om wetgeving op het gebied van afvalinzameling en -verwerking, omgaan met dierlijke bijproducten (GFTe valt hieronder), het verhandelen en toepassen van meststoffen en het voederen van dieren. Voor een aantal van de voorgestelde verwerkingsroutes of hoogwaardige toepassingen van de herwonnen grondstoffen vormt de huidige wet- en regelgeving een belemmering. Een pilot op een innovatieve verwerkingsroute kan een kans bieden om te bewijzen dat de teruggewonnen grondstof veilig is en wettelijk toegestaan zou kunnen worden.

Projectideeën

Naar aanleiding van de kansen en belemmeringen voor de geïdentificeerde haalbare verwerkingsroutes zijn kansrijke projectideeën voorgesteld. Deze projectideeën dragen bij aan het identificeren van een keten die de verwachte omvang van in 2030 gescheiden ingezameld GFTe en/of urine aan kan. De projectideeën zijn onder te verdelen in 2 soorten. Een project waarbij de gehele keten van een innovatieve verwerkingsroute wordt meegenomen of een project waarbij wordt ingezet op een specifiek knelpunt van de keten, dit in de vorm van een challenge.

Voor GFTe en urine is geïdentificeerd welke verwerkingsroute het meest geschikt is (binnen afzienbare tijd technisch en wettelijk gezien mogelijk) om een project op de gehele keten voor uit te voeren. Voor deze projecten is beschreven welke aspecten meegenomen kunnen worden, waar de gemeente van toegevoegde waarde kan zijn en welke stakeholders betrokken kunnen worden.

Er zijn meerder challenges voorgesteld, die ieder een ander aspect aanspreken: het bedenken van nieuwe inzamelmethoden die zorgen voor meer en/of schoner ingezameld materiaal, het verder ontwikkelen van innovatieve technieken voor de verwerking en verwaarding van GFTe en/of urine, en als laatste het verzamelen van informatie over processen en producten die niet geaccepteerd zijn in de huidige wetgeving, om beweging te krijgen in de wettelijke toepasbaarheid van herwonnen grondstoffen.

Als laatste zijn kansrijke subsidiemogelijkheden in kaart gebracht. Uit gesprekken met de subsidieadviseurs van gemeente Amsterdam en LeAF bleek dat terugwinning van producten uit organisch afval en urine relevant is voor diverse subsidies. Een aantal subsidies kwamen naar voren die in de gaten gehouden kunnen worden, om erop in te kunnen spelen wanneer er een specifieke call komt die aansluit op de ambities van de Gemeente.

Deze studie heeft laten zien dat er vele mogelijkheden zijn om meer circulair om te gaan met organische reststromen zoals GFTe en urine, en dat de gemeente hier een cruciale rol in kan spelen. Voor het vervolg van deze studie is het van belang dat de gemeente een keuze maakt waar zij op in wil inzetten. Vervolgens kan het projectidee dat hierbij aansluit verder worden uitgewerkt. Bij de uitwerking kunnen aspecten zoals het formuleren van de doelstelling, een lijst met geïnteresseerde projectpartners en een eerste kosteninschatting concreter gemaakt worden.

Er zijn dus veel aanknopingspunten om GFTe en gescheiden ingezamelde urine uit de MRA in de toekomst in te gaan zetten voor kringloopsluiting. Hoewel er naast veel kansen ook belemmeringen zijn geïdentificeerd. De belemmeringen liggen met name op het vlak van wettelijke beperkingen, aangezien het beleid is opgesteld vanuit het perspectief van risicomijding en niet om circulariteit te bevorderen. Zoals bij veel ontwikkelingen zijn de technologische, economische, wettelijke en sociale aspecten sterk met elkaar verbonden, en zijn vorderingen op alle vlakken nodig. Door het opzetten van een project rond kringloopsluiting in de voedselketen kan Gemeente Amsterdam bijdragen aan de transitie naar een circulaire economie.

Begrippenlijst

In deze lijst staan een aantal sleutelbegrippen uit de context van sluiting van de voedselkringloop en terugwinning van meststoffen uit reststromen. Specifieke terminologie, waaronder bijvoorbeeld namen van verwerkingstechnologieën, worden in de betreffende alinea's verduidelijkt en zijn niet in de lijst opgenomen.

Digestaat	- De uitgaande slurry van een biogasinstallatie. Hierin bevinden zich de niet (goed) afbreekbare organische stof en de nutriënten.
GFe	- Groente, Fruit en etensresten. Ook wel keukenafval genoemd.
GFTe	- Groente, Fruit, Tuinafval en etensresten.
Keten	- De gehele route die wordt afgelegd van afvalproductie tot eindpunt. In het geval van een circulaire keten is de consument het begin- en eindpunt. De keten is inclusief inzameling, verwerking en afzet (verwaarding) van producten, waarbij er voor elk meerdere stappen mogelijk zijn.
Kunstmest	- Anorganische (minerale) meststoffen die met name gemaakt worden op basis van eindige grondstoffen zoals fosfaaterts, en fossiele brandstoffen zoals bij de productie van ammoniak op basis van stikstof uit de lucht.
Kunstmestvervanger-	Anorganische meststof op basis van teruggewonnen nutriënten. Bijvoorbeeld uit dierlijke mest, afvalwater, urine of andere reststoffen. De eigenschappen zijn vergelijkbaar met die van kunstmestproducten.
Meststof	- Voedingsstof voor gewassen, met voor de plant onmisbare elementen.
NPK	- Symbolen voor de chemische elementen stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K). Een "NPK meststof" bevat alle drie de elementen.
Nutriënten	- Voedingsstoffen. In deze context wordt "nutriënten" gebruikt als synoniem voor o.a. N, P en K als ingrediënten van meststoffen die in de landbouw gebruikt worden.
Struviet	Magnesiumammoniumfosfaat. Een langzaam werkende kunstmestvervanger. Dit houdt in dat fosfaat en stikstof in de bodem langzaam vrij komen.
Substraat	- De grond of ander dragermateriaal die wordt gebruikt in de glastuinbouw om gewassen op te groeien.
Swill	Voedselresten afkomstig uit keukens, kantines en restaurants.
TRL	- Technology Readiness Level, een maat waarmee wordt aangegeven hoe ver een technologie staat van commerciële toepassing (1 een idee van een technologie – 9 commercieel beschikbare technologie).
Urine	- In dit rapport: onverdunde menselijke urine.
Verwerking	- In deze context: de methode om een reststroom te behandelen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	i
Begrippenlijst	v
1. Inleiding	1
1.1 Achtergrond	1
1.2 Vraagstelling	2
1.3 Afbakening	3
1.4 Leeswijzer	4
2. Beschikbare stromen GFTe en onverdunde urine	5
2.1 GFTe – huidige situatie	5
2.2 GFTe – verwacht in 2030	5
2.3 Urine – huidige situatie	6
2.4 Potentie van urine inzameling	7
3. Inventarisatie mogelijke verwerkingsroutes voor GFTe en urine	9
3.1 Interviews met stakeholders	9
3.1.1 Belemmeringen en randvoorwaarden	9
3.1.2 Kansen	11
3.1.3 Aandachtspunten voor nieuwe projecten vanuit de stakeholders	12
3.2 Overzicht van bestaande initiatieven	13
3.3 Voorselectie haalbare verwerkingsroutes	14
3.3.1 Criteria	15
3.3.2 Haalbare verwerkingsroutes	15
4. Kansen en belemmeringen	19
4.1 Kwaliteit	19
4.2 Hoeveelheid	19
4.3 Technologische ontwikkeling	20
4.4 Acceptatie	21
4.5 Circulariteit en hoogwaardigheid van producten	21
4.6 Wettelijk kader	22
4.6.1 Dierlijke bijproducten	23
4.6.2 Meststoffen	23
4.6.3 Afvalstatus	24
4.6.4 Ontheffingen	25
5. Projectvoorstellen	26
5.1 Gehele keten	26
5.1.1 GFTe projectvoorstel ‘Waardevolle meststoffen uit GFe-gescheiden digestaat’	27
5.1.2 Urine projectvoorstel ‘Hoogwaardige meststoffen d.m.v. omgekeerde osmose met urine’	28
5.1.3 Stakeholders	29
5.2 Challenge	30
5.2.1 Inzameling	30
5.2.2 Verwerking & verwaarding	30
5.2.3 Wetgeving	31
6. Verkenning subsidiemogelijkheden	32
7. Aanbevelingen	33
Bijlage 1 – Bestaande initiatieven en projecten	34
B1.1 GFTe	34
B1.2 urine	36
Bijlage 2 Mogelijke verwerkingsroutes	38
B2.1 GFTe	40
B2.2 Urine	45
Bijlage 3 – knelpunten per verwerkingsroute	48

Bijlage 4 - Gespreksverslagen	51
B4.1 Semilla	51
B4.2 GMB	51
B4.3 ForFarmers	53
B4.4 WUR Plant.....	56
B4.5 Renewi	59
B4.6 Meerlanden	59

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Gemeente Amsterdam heeft de ambitie om in 2030 65% van het GFTe afval (Groente Fruit en Tuinafval + etensresten) circulair te verwerken. De verwerkingsopties voor deze reststroom zijn volop aanwezig, waarvan sommige wettelijk zijn toegestaan, sommige (nog) niet en de een technisch verder ontwikkeld is dan de ander. Het onderwerp staat in ieder geval vol in de belangstelling.

Momenteel hebben de huidige verwerkers van GFTe, zeker in het westen van Nederland, hun maximale capaciteit bereikt. Het is de verwachting dat er in de komende jaren steeds meer GFTe wordt ingezameld, omdat gemeenten actief bezig zijn om hun doelstellingen voor gescheiden afvalinzameling te behalen. De verwerkingscapaciteit zal dus moeten worden uitgebreid. Het gebrek aan verwerkingscapaciteit lijkt op het eerste oog een bedreiging voor een verbeterde inzameling, aangezien het met veel moeite gescheiden ingezamelde GFTe dan niet goed verwerkt zou kunnen worden. Dat er aanpassingen/uitbreidingen nodig zijn aan de verwerkingskant geeft echter juist ook kansen om te komen tot een meer hoogwaardige verwerking.

Het team Circulaire Economie van gemeente Amsterdam wil in samenwerking met het team Afval & Grondstoffen onderzoeken of het haalbaar is om een project uit te voeren dat succesvol bijdraagt aan het sluiten van kringlopen op regionale schaal, ten behoeve van de voedselketen. Hierbij wordt de stad als bron gezien van herwonnen grondstoffen, zoals organische stof en nutriënten, die vervolgens in de Metropoolregio Amsterdam (MRA) gebruikt kunnen worden. Zo wordt de keten op een voor de burger zichtbare manier gesloten.

Het team Circulaire Economie van gemeente Amsterdam wil ook voor urine, dat voor planten waardevolle nutriënten bevat, onderzoeken of het haalbaar is om een project uit te voeren dat succesvol bijdraagt aan het sluiten van kringlopen op regionale schaal, ten behoeve van de voedselketen. Urine wordt in Amsterdam momenteel nog weinig gescheiden ingezameld. Wel is het zo dat Amsterdam in de voorwaarden voor de evenementenvergunning heeft vastgelegd dat urine apart moet worden ingezameld en ingeleverd bij een verwerker zoals bijvoorbeeld Waternet. Hier wordt de potentie tot grondstofterugwinning echter nog niet optimaal benut.

1.2 Kringloopsluiting is hard nodig

De toenemende wereldbevolking gaat gepaard met een toenemende vraag naar voedsel, en dus een toenemende vraag naar meststoffen – deze zijn onmisbaar voor het kweken van gewassen. Naast organische meststoffen zoals dierlijke mest en compost wordt in de landbouw ook veel kunstmest gebruikt. Kunstmest wordt gemaakt op basis van eindige grondstoffen zoals fosfaat- en

kaliumerts, en heeft een groot verbruik aan fossiele brandstoffen. Stikstofkunstmest wordt gemaakt uit stikstofgas uit de lucht, in een zeer energie-intensief proces. Naast het aspect van (toekomstige) schaarste aan fosfaat en aardgas, telt bij deze eindige grondstoffen ook het geopolitieke aspect sterk mee¹. Een klein aantal landen domineert de grondstoffenmarkt en heeft daarmee onevenredig veel invloed op de wereldvoedselvoorziening.

Naast meststoffen zoals stikstof (N) en fosfor (P) wordt in de land- en tuinbouw ook veel gebruik gemaakt van een eindige organische grondstof, namelijk veen. Dit is een tot nu toe onmisbare component van teeltsubstraten en potgrond. Veen (turf) is echter een eindige grondstof. Bij de ontginning, veelal in de Baltische staten, gaan de veengronden verloren en komen grote hoeveelheden CO₂ vrij. Ook voor turf is een transitie nodig, bijvoorbeeld het maken van veenvervangers uit organische reststromen.

De huidige voedselketen is nu nog voor een groot deel lineair: het geconsumeerde voedsel komt via de urine en ontlasting in het rioolwater terecht en daaruit wordt momenteel slechts een heel klein deel van de meststoffen teruggewonnen voor hergebruik. Etensresten worden deels apart ingezameld met het GFTe en gecomposteerd, maar het overige deel wordt met het restafval verbrand en zo gaan de meststoffen, net als in het geval van rioolwater, verloren. Door anders om te gaan met deze reststromen en hier de meststoffen uit terug te winnen in een vorm die geschikt is voor de landbouw, kunnen we de kringloop sluiten. Overheden hebben een belangrijke rol in de transitie van een fossiele, lineaire economie naar een hernieuwbare, circulaire economie.

1.3 Vraagstelling

De valkuil bij circulaire ontwikkelingen is dat deze blijven steken in goede bedoelingen en weinig praktisch uitvoerbare initiatieven. Het is de uitdaging om tot concrete en haalbare projecten te komen die daadwerkelijk leiden tot kringloopsluiting.

Voordat een dergelijk project wordt opgezet, wil de gemeente Amsterdam eerst antwoord op de volgende vragen:

1. Hoe formuleren we de opdracht/het onderwerp zo SMART mogelijk, waar richt het project zich precies op?
Kernvraag is: als we de nutriëntenkringloop beter willen sluiten op regionaal niveau, om alternatieven te vinden voor de inkoop van meststoffen uit het buitenland, waar kunnen we ons dan op dit moment het beste op richten om impact te maken?
2. Welk consortium kunnen we vormen in de MRA, welke partijen willen aansluiten rond dit thema?

¹ Bijvoorbeeld <https://geografie.nl/artikel/fosfaatschaarste-bedreigt-wereldvoedselvoorziening>

3. Welke (EU) subsidies zijn interessant om ons op te richten met de onder (1) geformuleerde opgave en de in het antwoord op (2) genoemde partners?

Om deze vragen goed te kunnen beantwoorden is meer kennis nodig over de mogelijke verwerkings- en verwaardingsmogelijkheden van GFTe en/of urine en de knelpunten hierin. LeAF is gevraagd om de verschillende mogelijkheden voor de verwerking en verwaarding van GFTe en urine uit de MRA ten behoeve van de voedselketen te onderzoeken. Informatie is verzameld door middel van interviews met stakeholders, een korte literatuurstudie en bij LeAF beschikbare expertise op dit thema. Op basis van de verzamelde informatie zijn mogelijke verwerkingsroutes, inclusief hun kansen en knelpunten, geïventariseerd en vervolgens besproken met de opdrachtgever. Daarna zijn in overleg kansrijke projectideeën geselecteerd voor de ontwikkeling of verbetering van een circulaire keten van GFTe en/of urine op lokale schaal (MRA). Deze projectideeën dragen bij aan het identificeren van een keten die de verwachte omvang van in 2030 gescheiden ingezameld GFTe en/of urine aan kan. Daarnaast zijn relevante stakeholders en kansrijke subsidiemogelijkheden in kaart gebracht met behulp van gesprekken met de subsidieadviseur van gemeente Amsterdam en de subsidieadviseur van LeAF.

1.4 Afbakening

Een stad produceert een groot aantal reststromen, uit verschillende sectoren. Gemeente Amsterdam is verantwoordelijk voor de inzameling en het transport van GFTe, en kan hier dus invloed op uitoefenen. Urine is interessant omdat het relatief veel nutriënten bevat in een relatief hoge concentratie, het op verschillende plekken in de stad al apart wordt ingezameld (bijvoorbeeld d.m.v. plaskruizen), en er verscheidende initiatieven zijn om deze reststroom op te werken naar een meststof. Tot voor kort werd gescheiden ingezamelde urine door Waternet apart verwerkt, maar zij zijn daar na afloop van de pilotfase vanwege vergunningsaspecten mee gestopt. Hierdoor is deze urine vrijgekomen voor eventuele andere initiatieven. Om deze redenen heeft gemeente Amsterdam voor dit project besloten om zich te richten op zowel huishoudelijk organisch afval (GFTe) als op onverdunde menselijke urine.

De inzamelmethodes van GFTe en urine vallen buiten de scope van deze opdracht. Er is enkel gekeken naar de verwerking/valorisatie van de ingezamelde reststromen. Wel is in grote lijnen gekeken naar mogelijke effecten van inzamelingsmethodes op de samenstelling van de desbetreffende reststroom, omdat de samenstelling de verwerking/valorisatie-opties beïnvloedt.

Voor de valorisatie van GFTe en urine ligt het zwaartepunt op toepassingen ten behoeve van de voedselketen. Lokale circulaire afzetkanalen kunnen landbouwkundig zijn (compost of andere vormen van meststoffen), maar ook anders (bijvoorbeeld de productie van eiwitten of vetzuren voor in veevoer).

Wat betreft de afzetmogelijkheden is met name gekeken naar bestaande kanalen. Voor producten en/of toepassingen die momenteel nog niet wettelijk zijn toegestaan, zijn er nu logischerwijs nog geen afzetmogelijkheden. Er zijn wel vergelijkbare producten die gemaakt worden uit andere stromen dan GFTe en urine, en hiervoor zijn wel afzetkanalen. Deze zijn wel in de studie opgenomen. Afzetmogelijkheden buiten de voedselketen zijn beknopt genoemd ter overweging. Omdat deze afzetmogelijkheden niet vooraf in de scope waren opgenomen, zijn deze met minder diepgang behandeld.

Voor het bepalen van de haalbaarheid zijn de verwerkingsopties geëvalueerd op basis van technologische, economische, juridische en sociale aspecten. Hierbij geldt het uitgangspunt dat een eventueel project nu uitvoerbaar zou moeten zijn. Eventuele bottlenecks en toekomstige kansen zoals veranderende wetgeving worden wel benoemd. Een concreet voorbeeld van dit laatste is de nieuwe Europese Meststoffenverordening die in juli 2022 van kracht wordt.

1.5 Leeswijzer

Dit rapport is het resultaat van het onderzoek naar de haalbare verwerkings- en verwaardingsmogelijkheden dat LeAF heeft uitgevoerd. Eerst zijn de hoeveelheden, samenstelling en huidige verwerkingsmethoden van de beschikbare stromen GFTe en urine kort beschreven. De verwachte hoeveelheden van de beschikbare stromen GFTe en urine in 2030 zijn ook opgenomen (H2). Vervolgens zijn de mogelijke verwerkingsroutes voor GFTe en urine in kaart gebracht (H3) en worden de kansen en belemmeringen van de verwerkingsroutes beschreven (H4). Aan de hand van de mogelijke verwerkingsroutes, kansen en belemmeringen zijn projectideeën voorgesteld. Bij elk projectidee zijn ook de relevante stakeholders genoemd (H5). Ten slotte zijn kansrijke subsidiemogelijkheden geïdentificeerd (H6) en worden aanbevelingen gedaan (H7). De resultaten kunnen als basis dienen voor het opzetten van een project om een lokale circulaire keten voor GFTe en/of urine te ontwikkelen of te verbeteren.

2. Beschikbare stromen GFTe en onverdunde urine

In dit hoofdstuk wordt de huidige en toekomstige situatie beschreven met betrekking tot de kwantiteit en kwaliteit van GFTe en urine in Amsterdam.

2.1 GFTe – huidige situatie

Momenteel wordt in Amsterdam jaarlijks circa 1.000 ton GFTe opgehaald. Dit wordt deels door Meerlanden en deels door Renewi verwerkt. Beide verwerkers vergisten en composteren het afval. Met vergisting wordt biogas geproduceerd als alternatief voor ‘fossiel’ gas, en met compostering wordt compost geproduceerd.

Tabel 2-1 geeft een overzicht van de samenstelling van twee verschillende steekmonsters GFTe, een uit woonwijk IJburg (hoogbouw) en een uit stadsdeel Nieuw-West (laagbouw). Het gaat hierbij om de samenstelling qua typen afval die in het materiaal aanwezig zijn. Er zijn geen meetgegevens beschikbaar m.b.t. de ‘chemische’ samenstelling zoals gehalten droge stof, organische stof en nutriënten. Er is een duidelijk verschil te zien in het type afval tussen de twee steekmonsters: het aandeel tuinafval in het steekmonster afkomstig van de laagbouw is veel groter dan van de hoogbouw.

Tabel 2-1. Uitkomst sorteeranlyses van steekproefmonsters GFT. Getallen in gewichtsprocenten.

	Stadsdeel IJburg Ingezameld bij hoogbouw	Stadsdeel Nieuw West Ingezameld met minicontainers
Tuinafval	15,4	85,8
Keukenafval	80,0	4,1
Niet toegestaan keukenafval (keukenafval in plasticzakken of in de verpakking, theezakjes etc.)	2,6	1,2
Kattenbakkorrels en hondenpoep	1,2	0,0
Niet toegestaan tuinafval (hout, steen etc.)	0,0	2,9
Volle zakken restafval	0,0	2,5
Lege verpakkingen	0,1	1,0
Overige vervuiling	0,8	2,5

2.2 GFTe – verwacht in 2030

Gemeente Amsterdam heeft het streven om in de periode 2026 - 2030 circa 17.500 ton GFTe per jaar in te gaan zamelen. De verwachting is dat naarmate er meer GFTe gescheiden ingezameld wordt, het aandeel keukenafval steeds groter zal worden. Dit omdat de toename van het gescheiden GFTe met name uit de hoogbouw zal komen en dit voornamelijk uit keukenafval bestaat (zie Tabel 2-1).

In Nieuw-West is aanvullend op de analyse van het GFTe ook een analyse uitgevoerd op het restafval. Hieruit blijkt dat 26,7% (op basis van gewicht) van het restafval uit GFTe bestaat. Dit GFTe bestaat voor 75% uit keukenafval en 25% uit tuinafval. Dit betekent dat ook in de laagbouw het percentage gescheiden ingezameld keukenafval hoger zou kunnen zijn.

Vanwege de grote verschillen in samenstelling en biologische afbreekbaarheid tussen tuinafval en etensresten is het vanuit verwerkingsperspectief interessant om de stromen gescheiden in te zamelen. Aparte inzameling van verschillende GFTe fracties is in de praktijk echter niet eenvoudig, en afhankelijk van de beschikbare inzamelingsmethoden.

2.3 Urine – huidige situatie

Apart ingezamelde (onverdunde) menselijke urine van o.a. concerten in AFAS Live, plaskruizen in de stad, festivals en Moeders voor Moeders werd de afgelopen jaren verzameld verwerkt bij Waternet op rioolwaterzuivering (rwzi) Amsterdam West. De urine van AFAS Live wordt niet meer apart ingezameld. Ook zijn er andere locaties in Nederland geweest waar urine gescheiden werd ingezameld maar men er mee gestopt is, bijvoorbeeld op het Provinciehuis Drenthe en de Christelijke Hogeschool Windesheim².

De apart ingezamelde urine van AFAS Live en moeders voor moeders werd op rwzi Amsterdam West verwerkt om struviet uit terug te winnen, een fosfaatrijke meststof die kunstmest kan vervangen. Het struviet werd teruggewonnen door middel van een struvietreactor ('FosVaasje'). De verwerking van gescheiden urine is gestopt vanwege wettelijke beperkingen. Op locaties waar nog wel gescheiden urine inzameling is, komt dit via het riool terecht op de rwzi. Zo wordt een deel van de nutriënten teruggewonnen, maar is dit vanwege verdunning minder efficiënt en een kleinere hoeveelheid dan bij directe verwerking.

Het bedrijf GMB verwerkte voorheen ook urine tot kunstmestvervangers, middels hun SaNiPhos installatie³. Deze installatie is echter uit bedrijf genomen vanwege financiële overwegingen (de investeringskosten konden niet uit). Uit het interview met GMB (zie Bijlage 4.2) kwam naar voren dat zij tot 2.000 m³ urine per jaar verwerkten. De door GMB ingezamelde urine kwam van verschillende bronnen waaronder festivalurine (ook deels uit de MRA) en de urine van Moeders voor Moeders. Dit omvatte het grootste volume aandeel van de ingezamelde urine van GMB. De inzameling van urine bij AFAS Live is gestopt, maar zou mogelijk weer opgestart kunnen worden. Het is daarom aannemelijk dat in de MRA een vergelijkbare hoeveelheid ingezameld kan worden.

De kwaliteit van de ingezamelde urine is afhankelijk van de bron. Puur ingezamelde urine, waar geen andere stoffen aan toegevoegd zijn, is in principe

² Zie <https://www.saniwijzer.nl/projecten/scheidingstoilet/?menu=4&step=00953> voor een overzicht van locaties waar urinescheiding is of werd toegepast

³ <https://www.nutrientplatform.org/succesverhalen/gmb/>

“schoon” maar kan wel medicijnresten bevatten. De urine ingezameld door middel van plaskruizen bevat vaak verontreinigingen zoals sigarettenpeuken, en urine van festivals kan meer drugs bevatten. In het STOWA rapport 2010-30⁴ is de samenstelling van verse urine (onverdund) gerapporteerd, zie Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Samenstelling verse urine.

Parameter	eenheid	Verse urine
pH	(-)	6,2
N _{totaal}	mg/l	8830
NH ₄ + NH ₃	mg/l	463
P _{totaal}	mg/l	800-2000
K	mg/l	2737
S	mg/l	1315
Na	mg/l	3450
Cl	mg/l	4970
Ca	mg/l	233
Mg	mg/l	119
Mn	mg/l	0,019
B	mg/l	0,97

2.4 Potentie van urine inzameling

Zoals eerder genoemd zijn er meerdere locaties geweest in Nederland waar urine apart werd ingezameld en waar dit gestopt is. Redenen om te stoppen met de inzameling, opslag en afvoer van urine voor het verwerken waren veelal (hogere) kosten, en zeer beperkte beschikbare verwerkingsmogelijkheden. Zonder verwerking tot nuttige producten heeft de gescheiden inzameling geen toegevoegde waarde. Het gebrek aan verwerkingsopties is een ‘kip-ei’ verhaal: als er niet genoeg urine is, is het lastig om een verwerking op te starten, en zonder beschikbare verwerking tot een interessant product is het vergroten van de hoeveelheid ingezamelde urine een moeizaam proces.

Er is in Nederland zeker interesse in de mogelijkheden voor urine als (bron van) meststof, en daarmee potentie om de huidige inzamelingscapaciteit te vergroten. De beschikbaarheid van een goede verwerkingsoptie voor de urine is dan uiteindelijk wel een voorwaarde om dit door te kunnen zetten. Zoals hierboven gezegd gaan het vergroten van de inzameling en de implementatie van de verwerking hand in hand. Een constante aanvoer van een grotere hoeveelheid urine zou dan de basis worden om bestaande verwerkingsopties te implementeren en te werken aan verdere ontwikkelingen op dit gebied.

Los van de wens om urine in te zamelen worden watervrije urinoirs momenteel ingezet om water te besparen, o.a. bij McDonalds, en AFAS Live. Uit het project met urine-inzameling bij AFAS live is daarnaast ook gebleken dat men, vergeleken met water gespoelde urinoirs, erg tevreden is over de watervrije

⁴ Bisschops, I., et al., 2010. Betuwe kunstmest – winning van stikstof en fosfaat uit urine. STOWA-rapport 2010-30.

variant m.b.t. het onderhoud⁵. Er zijn dus meerdere redenen om te kiezen voor watervrije urinoirs, wat kan helpen bij het stimuleren van urine-inzameling en -verwerking voor terugwinning van nutriënten. De inzameling en verwerking van urine heeft dus zeker potentie, maar vergt nog een ontwikkelingstraject.

De inzameling van urine vereist speciaal sanitair (watervrije urinoirs en/of scheidingstoiletten), een aparte leiding en een mogelijkheid tot opslag. De implementatie van deze infrastructuur is het eenvoudigst aan te leggen bij nieuwbouw. Ook bij vernieuwbouw zijn er kansen op dit gebied. Gemeentelijk beleid kan ondersteunend werken, bijvoorbeeld door gescheiden inzameling voor te schrijven bij nieuwe wijken en nieuwe gebouwen. Voor de nieuwe wijk Strandeiland in Amsterdam zijn alternatieve afvalwatersystemen geëvalueerd, maar uiteindelijk om verschillende redenen niet geïmplementeerd. De ontwikkelingen hebben echter niet stilgestaan, en men zou kansen voor circulariteit laten liggen als de beslissing voor Strandeiland doorslaggevend zou worden voor toekomstige nieuwbouwprojecten. Ook als er nog geen goede urineverwerkingsoptie is bij het plannen van een wijk, kan het aansluiten bij toekomstige mogelijkheden reden genoeg zijn om wel alvast te investeren in gescheiden infrastructuur.

⁵ Persoonlijke communicatie met AFAS Live, en <https://www.afaslive.nl/info/duurzaamheid>

3. Inventarisatie mogelijke verwerkingsroutes voor GFTe en urine

Om in kaart te brengen welke verwerkingsroutes en/of knelpunten interessant zijn om aan te pakken middels een project, is eerst een overzicht nodig van de mogelijke verwerkingsroutes (bestaand en in ontwikkeling) en de daarbij horende knelpunten. Dit overzicht is verkregen door middel van diepte interviews met relevante stakeholders en het uitvoeren van een beknopte literatuurstudie. Uit de interviews kwam naar voren wat de verschillende stakeholders zien aan kansen, belemmeringen en aandachtspunten voor een mogelijk project. Aan de hand van de literatuurstudie zijn initiatieven op het gebied van GFTe- en urineverwerking en -verwaarding in kaart gebracht. Vervolgens zijn de mogelijke verwerkingsroutes kort beschreven. Ten slotte zijn ook de bijbehorende knelpunten geïdentificeerd en gerapporteerd.

3.1 Interviews met stakeholders

LeAF heeft een groot netwerk van organisaties die in verschillende circulaire ketens een belangrijke rol hebben. Veel van deze organisaties zijn nu, of in het verleden, bezig (geweest) met circulaire initiatieven. Ook gemeente Amsterdam heeft contacten bij verschillende organisaties. In overleg met de gemeente is een selectie gemaakt van organisaties die actief zijn op het gebied van verwerking van GFTe en/of urine. Deze zijn benaderd voor een semigestructureerd interview, om zo meer te weten te komen over hun ervaringen met circulaire initiatieven, waar volgens hen kansen en belemmeringen liggen, en wat er nodig is voor het welslagen van een concreet en uitvoerbaar circulair project. Ook is gevraagd hoe de stakeholder een optimale en haalbare verwerkingsroute voor het GFTe en/of urine voor zich ziet.

De volgende zes stakeholders zijn geïnterviewd:

- *Semilla* (Urineverwerking)
- *GMB* (Urineverwerking)
- *Renewi* (GFTe)
- *Meerlanden* (GFTe)
- *ForFarmers* (Kwaliteitseisen en afzetkanalen)
- *WUR Plant* (Kwaliteitseisen en afzetkanalen)

Per interview is een gespreksverslag gemaakt. Deze verslagen zijn na verificatie door de geïnterviewde als bijlage bij dit rapport opgenomen (zie Bijlage 4).

3.1.1 Belemmeringen en randvoorwaarden

Kwaliteit

Uit de interviews kwam sterk naar voren dat men zowel bij GFTe als bij urine zorgen heeft over de kwaliteit van het ingezamelde materiaal. Genoemde aspecten hierin zijn verontreinigingen zoals plastic, blik, medicijnen en/of drugs, onkruidzaden (exoten), zware metalen en pathogenen. De landbouw wil niet

gezien worden als eindbestemming voor afval (of afvalhoudende producten). Bovendien merken verwerkers op dat de vervuilingsgraad in het GFTe lijkt toe te nemen.

Samenstelling

Daarnaast is ook de samenstelling van het ingezamelde materiaal belangrijk, bijvoorbeeld met betrekking tot zouten en hoeveelheden nutriënten. Als men een product op de markt wil brengen als kunstmest moet dit een minimumgehalte aan nutriënten (zoals stikstof) hebben en niet te veel zouten bevatten. De vorm waarin nutriënten aanwezig zijn is ook van belang. De nutriënten moeten plant-beschikbaar en niet vluchtig zijn. Als stikstof in de vorm van ureum aanwezig is, zoals in urine, kan een deel bijvoorbeeld vervluchtigen. Dit komt ten nadele van de hoeveelheid opneembare nutriënten.

Niet consistente samenstelling en hoeveelheid

Het product moet een constante kwaliteit hebben om afzet te kunnen garanderen. Dat is lastig te waarborgen met afval als grondstof. GFTe heeft bijvoorbeeld per seizoen een verschillende samenstelling. Ook is er de zorg of de hoeveelheid groot genoeg zal blijven om de afzet te kunnen waarborgen. Wanneer er bijvoorbeeld sprake is van een hoog inzamelingspercentage aan het begin van een project, maar dit in de tijd afneemt omdat de deelnemers minder enthousiast meedoen of zelfs stoppen.

De meststoffenmarkt

In Nederland is er een overschot aan dierlijke mest, wat toegepast wordt in de landbouw als meststof. De Nederlandse markt voor meststoffen is uitdagend, omdat er geconcurrereerd moet worden met dierlijke mest waarvoor agrariërs een financiële vergoeding krijgen om toe passen op het land. Om die reden zijn sommige meststoffen interessanter om af te zetten in het buitenland, zoals gedroogde digestaatkorrels met hoge NPK (stikstof, fosfaat, kalium) gehalten. In Nederland kunnen deze digestaatkorrels niet concurreren met dierlijke mest. Kunstmestvervanging staat echter wel in de belangstelling, ondanks dat ook hierbij dierlijke mest gedeeltelijk voor concurrentie zorgt. Er zijn bijvoorbeeld initiatieven om dierlijke mest na vergisting op te werken tot zogenaamde mineralenconcentraten (kunstmestvervangers).

De huidige productie van meststoffen (compost, substraat, kunstmest) is niet ingesteld op het apart verwerken van specifiek ingangsmateriaal (ingezameld GFe of urine) voor verschillende afzetmarkten. Dit maakt het lastig om een meststof specifiek toe te passen in één bepaalde afzetmarkt zoals bijvoorbeeld sierteelt. Wordt bijvoorbeeld een product uit urine goedgekeurd voor het gebruik in de sierteelt dan is het lastig om dit product grootschalig toe te passen binnen de huidige markt.

Wet- en regelgeving

Voor de verwaarding van producten uit afvalstromen is een 'einde-afvalstatus' nodig, waarmee wordt erkend dat het product geen afvalstatus meer heeft. Ook kan het feit dat GFTe dierlijke bijproducten bevat het gebruik hiervan in de weg

staan, bijvoorbeeld bij insectenkweek. Producten uit GFTe en urine hebben momenteel nog geen einde-afvalstatus. En de producten uit GFTe kunnen nog niet het eindpunt van een dierlijk bijproduct bereiken. Hierdoor zijn deze producten dus afval of dierlijk bijproduct volgens de wet. Dit staat het verhandelen van de producten in de weg. Een einde-afvalstatus moet worden aangevraagd voor specifieke producten met specifieke afzetmarkten, en kan niet generiek voor een product worden aangevraagd. De einde-afvalstatus speelt ook een rol bij het overtuigen van leveranciers en afzetmarkt van de waarde van het product. Voor een mogelijk pilot rondom de verwaarding van GFTe en/of urine en het testen van de producten zal voor veruit de meeste opties een ontheffing nodig zijn van de wet⁶.

Opschaling

Ten slotte is opgemerkt dat het opschalen van een nieuwe techniek niet eenvoudig is en risico's met zich mee brengt. Ook zal een nieuwe verwerking vaak duurder zijn dan de bestaande methoden, vanwege de hogere investerings- en ontwikkelingskosten.

3.1.2 Kansen

Invloed van de gemeente

De gemeente kan op verschillende manieren invloed uitoefenen op circulaire verwerking van GFTe. Zo kan de gemeente gescheiden inzameling stimuleren, om een positief effect te geven op de hoeveelheden en de kwaliteit van het ingezamelde materiaal. Daarnaast heeft de gemeente in haar festivalbeleid opgenomen dat urine gescheiden ingezameld moet worden. Dit kan potentieel verder worden uitgebreid, door eenzelfde bepaling (verplichting van gescheiden inzameling van urine) voor nieuwbouw op te nemen in het bouwbesluit.

Ook kan de gemeente de burger stimuleren om GFTe in te zamelen in papieren zakken in plaats van plasticzakken, zodat er minder plastic in het GFTe eindigt. De reden hiervoor is dat consumenten moeite hebben met het verschil tussen biobased en biologisch afbreekbare plastics, wat één van de redenen waarom er veel plastic in het GFTe eindigt.

Ten slotte kan de gemeente stimuleren/faciliteren om biologisch afbreekbaar plastic te laten produceren uit GFTe, waar o.a. inzamelzakjes van gemaakt kunnen worden voor het GFTe. Dit soort zichtbare circulaire ketens zijn een goed verhaal naar de consument.

Circulariteit

Het concept 'circulariteit' spreekt veel mensen aan. Door de ketens zichtbaar te maken zijn mensen mogelijk meer bereid om iets meer moeite te nemen voor gescheiden inzameling. Zo kan urinescheiding op festivals bijvoorbeeld voor

⁶ Bisschops, I., et al., 2020. Kleinschalige verwerkingsmethoden voor GFT en swill - bijdragen aan de circulaire economie binnen bestaande regelgeving en beleid. LeAF BV, in opdracht van Rijkswaterstaat.

zichtbaarheid zorgen. Door de mogelijkheden van circulariteit met urine te laten zien wordt de acceptatie voor toepassing als meststoffen bevorderd.

Interessante producten

Er is altijd wel een afnemer te vinden voor een meststof uit GFe of urine, zolang het gegarandeerd een schoon product is. De producten op zichzelf zijn interessant en hebben een marktwaarde. Voor meststoffen waarvan de verwerker nog onzeker is over de afzet, zou ook het verzorgen van de hele keten kunnen helpen. Naast de inzameling en verwerking kan de eind-afnemer bij een project worden betrokken. De sierteelt is een grote markt, die potentieel veel teruggewonnen nutriënten kan gebruiken. De acceptatie is groter, omdat het niet gaat om voedsel. Door de afnemer van de planten erbij te betrekken (bijvoorbeeld een grote speler als Ikea) heeft de teler de zekerheid dat hij zijn planten kan verkopen, waardoor deze de afvalverwerker meer zekerheid kan geven met betrekking tot de afzet van de teruggewonnen nutriënten.

Door gericht beleid te maken op het gebied van circulariteit worden lokale producten zeer waarschijnlijk interessanter, bijvoorbeeld het verminderen van het importeren van kunstmest of het duurder maken van verbranding van afval. In Nederland mogen derogatiebedrijven bijvoorbeeld geen fosfaatkunstmest inkopen maar wel herwonnen fosfaat gebruiken. Dit heeft effect op de vraag naar alternatieven. Ook maatregelen gericht op CO₂ kunnen hierbij helpen. Waarschijnlijk hebben herwonnen nutriënten een lagere CO₂-uitstoot t.o.v. kunstmest. Dit kan per product verschillen.

Lokale toepassing van mestproducten geeft meer mogelijkheden voor wat betreft de producteigenschappen. Bij het toepassen van urine als meststof is het watergehalte erg belangrijk. Hoe geconcentreerder het product, hoe minder water er vervoerd hoeft te worden. Maar het concentreren vergt moeite en energie. Wanneer een lokale boer interesse heeft in urine als meststof is een iets lagere concentratie mogelijk minder een probleem.

Het nog specifiekere scheiden van het afval in speciale fracties zoals momenteel al op beperkte schaal gebeurt met niet-huishoudelijke citrusschillen en koffiedik geeft nog meer opties voor hoogwaardige verwerking. Dit is zeker interessant voor een aantal specifieke stromen maar erg moeilijk te realiseren voor GFTe. Er zal altijd een gemengd GFTe fractie overblijven die ook interessant is om te verwaarden, al dan niet laagwaardiger.

3.1.3 Aandachtspunten voor nieuwe projecten vanuit de stakeholders

Tijdens de interviews zijn ook aandachtspunten voor het opzetten van een circulair project genoemd:

- De inzameling meenemen in het uiteindelijke project. De kwaliteit van het ingezamelde materiaal is van groot belang. Ook meenemen hoe de hoeveelheid ingezameld materiaal op lange termijn verzekerd kan worden.

- Bekijk de gehele keten: inzameling, verwerking en toepassing.
- Het is zeer waardevol wanneer een gerespecteerde organisatie zoals de WUR of de UVA aangeeft dat een herwonnen meststof van goede kwaliteit is.
- De gemeente kan het voortouw nemen in de toepassing van herwonnen producten, bijvoorbeeld door deze te gebruiken in het groen in de buurt. Dit is goed voor de zichtbaarheid.
- Bij het opzetten van nieuwe afvalverwerkingsketens is het moeilijk om op te boxen tegen het bestaande efficiënte systeem. Probeer voor de kosten te kijken naar wat mag het kosten en niet naar hoeveel duurder het is. En laat bij de baten duidelijk zien wat het oplevert, circulariteit.
- Als een project wordt opgezet voor het maken van kunstmeststoffen uit urine kan worden overwogen om dierlijke urine ook mee te nemen.
- Kijk naar de hoeveelheden die per hectare wettelijk gezien op de grond gebracht kunnen worden en welke boeren in de MRA aanwezig zijn. Dit geeft informatie over hoeveel en welke meststoffen er lokaal nodig zijn. Het is waarschijnlijk beter om in te zetten op kunstmest dan op compost/mest vanwege het mestoverschot in Nederland.

3.2 Overzicht van bestaande initiatieven

Gedurende de loop van dit project zijn tijdens de interviews met stakeholders, andere gesprekken en de literatuurstudie veel initiatieven langsgekomen op het gebied van verwerking en verwaarding van GFTe en urine in beeld gekomen. Door het in kaart brengen van de initiatieven is een beeld gevormd van welke ontwikkelingen gaande zijn rond deze onderwerpen. Niet alle huidige en afgelopen initiatieven zullen op deze manier geïdentificeerd zijn, het algemene beeld is echter wel duidelijk geworden. Zoals eerder toegelicht in §1.3 lag de focus bij het in kaart brengen van initiatieven op technologische verwerkingsroutes. Maatschappelijke of sociale aspecten zoals gedragsverandering voor de inzameling van GFTe, acceptatie van producten, etc. vielen buiten de scope. De lijst met geïdentificeerde initiatieven is weergegeven in Bijlage 1.

Op het EU platform Cordis is een overzicht te vinden van alle reeds uitgevoerde en (voor de toekomst) goedgekeurde EU projecten. Er kan in deze database worden gezocht per onderwerp. Bij het onderwerp huishoudelijk organisch afval zijn 14 relevante recente projecten gevonden⁷. Bij het onderwerp onverdunde menselijke urine zijn 2 relevante recente projecten gevonden.

⁷ [European Commission : CORDIS : Search : Results page \(europa.eu\)](#) bezocht op 21-03-2022. Waarbij de volgende zoektermen zijn toegepast: organic waste, municipal waste, bio waste, fertilisers, bio-based products, humane urine, nutrients, recovery, waste water

Naast deze website is de snel beschikbare literatuur over GFTe- en urineverwerking geraadpleegd. Daarnaast is de input van de gemeente over twee relevante vraagstukken die zijn ingebracht bij de transitiedagen van 2021 gebruikt en is het congres 'Reinventing the city' van AMS Institute bijgewoond. Ten slotte heeft LeAF in haar netwerk bedrijven die bezig zijn met ontwikkelingen op dit gebied, en is de bestaande kennis over dit onderwerp gebruikt ter aanvulling.

Uit de zoektocht en beschikbare kennis van LeAF komt naar voren dat er veel initiatieven zijn rond verwerking en verwaarding van GFTe en urine en er verschillende ontwikkelingen gaande zijn. Er is veel aandacht voor de ontwikkeling van technologieën voor het produceren van hoogwaardige producten uit GFTe. Alle geïdentificeerde EU-projecten voor GFTe focussen hierop. De hoogwaardige producten die gemaakt kunnen worden lopen sterk uiteen. Bioplastics (PLA en PHA) en vetzuren, ook wel chemische platform moleculen genoemd, zijn de producten die in het verste stadium zijn. Echter zijn er ook initiatieven op specifieke producten: bijvoorbeeld een bepaald pigment, of een specifiek ingrediënt voor cosmetische producten.

Ook zijn er initiatieven geïdentificeerd waarbij de huidige verwerking nog niet aan de wetgeving voldoet maar waarvan de betrokken partijen hebben aangegeven dat dit wel interessante verwerkings- en verwaardingsroutes zijn voor GFTe en urine. Voorbeelden hiervan zijn meststoffen uit urine en insectenkweek voor diervoeding. Vaak zijn deze technologieën al wel op grote schaal toegepast maar dan niet met deze afvalstromen, bijvoorbeeld vetzuur productie voor diervoeding op supermarktafval.

Op het gebied van inzameling zijn er ook een aantal initiatieven geïdentificeerd. Deze gaan over het vergroten van het scheidingspercentage en het verhogen van de kwaliteit van het ingezamelde materiaal. Er wordt bijvoorbeeld gewerkt aan het opzetten van een pilot voor het inzamelen van GFe door middel van vermalers in de keuken, om het inzamelingspercentage in de hoogbouw te vergroten.

Ten slotte zijn ook een aantal netwerk initiatieven. Deze zijn niet (specifiek) op GFTe of urine gefocust maar zijn wel relevant om een idee te krijgen welke projecten er mogelijk zijn. Een voorbeeld hiervan is het Platform Circulair Flevoland dat bestaat uit de provincie, gemeenten, kennisinstellingen en ondernemers. Via het platform is het mogelijk om in contact met elkaar te komen, nieuwe ketens te vormen en kennis uit te wisselen. Dit project is gericht op groenafval uit de landbouw maar zou ook opgericht kunnen worden voor GFTe of urine.

3.3 Voorselectie haalbare verwerkingsroutes

De interviews, beschikbare kennis van LeAF en de geïdentificeerde initiatieven op GFTe- en urineverwerking en -verwaarding geven een goed beeld van de mogelijke verwerkingsroutes die er zijn voor deze afvalstromen. In Bijlage 2 is

een lijst van de geïdentificeerde mogelijke verwerkingsroutes met beknopte beschrijving opgenomen. Van de verwerkingsroutes die in kaart gebracht zijn, is een voorselectie gemaakt die is voorgelegd aan de opdrachtgever. Deze selectie is gemaakt op basis van de criteria die van te voren zijn vastgesteld en het expert judgement van LeAF. De geselecteerde verwerkingsroutes worden voldoende haalbaar geacht om er een projectidee voor te formuleren om een impactvolle ontwikkeling te bewerkstelligen voor het verbeteren van een circulaire keten voor GFTe of urine.

3.3.1 Criteria

Het uitgangspunt was dat het project nu zou moeten kunnen worden uitgevoerd en de gevormde producten ten behoeve van de voedselketen kunnen worden toegepast. Dit criterium blijkt vrijwel alle routes uit te sluiten, omdat wet- en regelgeving m.b.t. de verwerking van GF(T)e en urine zeer streng is. Uit gesprekken met de opdrachtgever kwam naar voren dat er ook interesse is in verwerkingsroutes die op dit moment wettelijk niet zijn toegestaan, maar die wel een groot potentieel voordeel kunnen bieden. Gemeente Amsterdam ziet hierin mogelijkheden om in bepaalde gevallen speciale toestemming te verlenen om mogelijkheden uit te testen en zo bij te dragen aan beweging op dit vlak, bijvoorbeeld als het gaat om iets dat vrij algemeen als 'onterecht niet toegestaan' wordt gezien. Hierbij moet uiteraard zorgvuldig omgegaan worden met mogelijke risico's en wie die draagt. Daarnaast is het interessant om een project op te zetten waarin specifieke knelpunten van deze routes worden onderzocht (zie §5.2). Om deze redenen is besloten om verwerkingsroutes die iets verder liggen van directe toepassing en/of (ook) een toepassing buiten de voedselketen hebben, ook mee te nemen.

De volgende criteria zijn kwalitatief meegenomen:

- Bewezen technologie
- Hoogwaardigheid van product
- Economisch haalbaar (op basis van interviews en eerdere expertise)
 - o Dit is lastig om te bepalen omdat dit niet voor alle processen bekend is, circulair voorlopig duurder is en het eraan ligt waarmee je het vergelijkt. Om deze reden is de financiële haalbaarheid alleen meegenomen als echt duidelijk was dat dit een knelpunt is.
- Wettelijk toegestaan
 - o nu, of onder de nieuwe EU meststoffenverordening. Of zo interessant dat een project met wettelijke ontheffing gedaan zou kunnen worden om de ontwikkeling verder te brengen.
- Sociaal geaccepteerd (op basis van interviews en eerdere expertise)

3.3.2 Haalbare verwerkingsroutes

Scheiden van digestaat

Bij het scheiden van digestaat wordt er biogas, meststoffen die kunstmest kunnen vervangen en compost geproduceerd. Een voordeel is dat de technologieën hiervoor commercieel beschikbaar zijn. Het zal wel nog enige

ontwikkeling vergen om dit (in Nederland) op GFe toe te passen. De concentraties aan meststoffen in GFe-digestaat zijn minder hoog als die in andere stromen zoals dierlijke mest. Het terugwinnen ervan door middel van bijvoorbeeld strippen en struvietprecipitatie is daarom relatief minder efficiënt. Het produceren van kunstmestvervangers biedt echter veel voordelen vanuit circulaire perspectief. Het maakt dat de producten uit GFe flexibeler kunnen worden toegepast, dus niet alleen d.m.v. compost. Meststoffen kunnen beter gedoseerd worden, waardoor een groter aandeel kunstmest vervangen kan worden. Daarnaast leidt een toename van het aandeel GFe in het ingezamelde GF(T)e, wat in Amsterdam gaat gebeuren als het inzamelingspercentage sterk omhoog gaat (zie §2.2) tot een hoger fosfaatgehalte in de compost. Hiermee zou dit te hoog worden om compost interessant te maken voor toepassing in Nederland. Door de nutriënten af te scheiden voor er compost gemaakt wordt kan dit worden voorkomen. Het toepassen van de Daarnaast wordt verwacht dat de teruggewonnen meststoffen uit GF(T)e op korte termijn wettelijk zijn toegestaan (zie §4.6).

Insectenkweek

De productie van insecteneiwit en digestaat is interessant omdat het hoogwaardige producten voor de voedselkringloop oplevert. Ook biedt deze verwerkingsroute milieuvordelen, omdat insecteneiwit een duurzaam alternatief kan bieden voor diervoeding uit het buitenland of (nog duurzamer) een alternatief kan zijn voor vleeseiwitten bij humane consumptie. Het nadeel is dat het nog niet wettelijk is toegestaan en de sociale acceptatie van insecten voor humane consumptie mogelijk laag is. Wel kan het interessant zijn om in een project te onderzoeken of insectenkweek op GFe mogelijk is zonder risico's voor mens en milieu. Zo ja, dan kan dit input geven voor de lobby om de wettelijke mogelijkheden voor insectenkweek te vergroten.

Fermentatie tot vetzuren

Vetzuren zijn chemische bouwblockjes, ook wel 'platformmoleculen' genoemd, die allerlei verschillende toepassingen hebben. Binnen de voedselkringloop kunnen vetzuren worden gebruikt als additieven in diervoeding en humane voeding. Vetzuren uit GFe zouden een alternatief kunnen zijn voor het gebruik van minder duurzame grondstoffen. De toepassing binnen de voedselkringloop is echter nog niet wettelijk toegestaan vanwege de dierlijke bijproductenwetgeving. Ook hier kan het interessant zijn om een project uit te voeren dat gericht is op de praktische ervaringen met GFe als ingangsmateriaal, en de mogelijke gezondheidsrisico's.

Naast de voedselkringloop hebben vetzuren ook toepassingen in de chemische industrie. Vetzuren dienen bijvoorbeeld als input voor de productie van bioplastic (zie volgende alinea) en kunnen gebruikt worden in schoonmaak- en oplosmiddelen, cosmetica ingrediënten, verf etc. Voor deze toepassingen is een einde-afvalstatus nodig. De technologie om vetzuren uit GFe te produceren is nog in ontwikkeling. Zeker de productie van mono-vetzuren biedt veel

mogelijkheden voor toepassingen maar deze heeft nog een lage TRL, er worden nog wetenschappelijke onderzoeken naar gedaan⁸⁹.

Alle toepassingen van vetzuren zijn hoogwaardig op de Ladder van Moerman en bieden mogelijk ook milieuvordelen. Daarom wordt deze verwerkingsroute als interessant gezien. Deze verwerkingsroute vergt echter nog wel technologische ontwikkeling en er is bewijs nodig voor veilige toepassing in diervoeding of humane voeding. Dit zijn beide mogelijke aanknopingspunten voor een project.

Fermentatie tot bioplastic

Zoals hierboven genoemd, kunnen vetzuren uit GFe als input dienen om bioplastic te maken, een hoogwaardige toepassing op de ladder van Moerman. Voor deze toepassing is een einde-afvalstatus nodig. Deze verwerkingsroute kan mogelijk minder gevoelig zijn voor vervuilingen van het uitgangsmateriaal (GFe). Echter is het bij een fermentatieroute altijd interessant om de overgebleven biomassa, het fermentaat, verder te verwerken door middel van vergisting en composteren. Hiermee ontstaat een cascadering van producten en is er minder afval. Echter om het compost toe te kunnen passen in de landbouw moet het uitgangsmateriaal wel van goede kwaliteit zijn en voldoen aan alle wettelijke eisen. Deze verwerkingsroute is nog niet op grote schaal toegepast en vergt nog verdere ontwikkelingen. Met name het kunnen produceren van een product van dezelfde kwaliteit, op afval dat verschillende samenstellingen kan hebben (bijvoorbeeld door het seizoen heen, of per locatie), is nog lastig.

De verwerkingsroute naar bioplastic biedt dus voordelen omdat er een hoogwaardig product wordt gemaakt en er een cascadering van producten mogelijk is (bij hoge kwaliteit GFe). Eerst zal de route nog verder ontwikkeld moeten worden. Dit laatste kan een interessant onderwerp zijn voor een project.

Fermentatie op biogas uit GFe vergisting

Het is mogelijk om bacteriën te groeien met het biogas dat uit GFe wordt geproduceerd. Deze bacteriën kunnen eiwitrijk zijn of een ander product maken wat interessant is om toe te passen. De producten zouden ten behoeve van de voedselketen kunnen worden gebruikt (bij de productie van eiwitten) of in de chemische industrie (ingrediënt van cosmetisch product). De toepassing in voeding is echter nog niet toegestaan en voor de toepassing in de chemische industrie zal een einde-afvalstatus nodig zijn. Deze verwerkingsroute biedt voordelen op het gebied van veiligheid. Door de fasescheiding (van vloeistof naar gas) bevat het eindproduct waarschijnlijk vrijwel geen pathogenen en verontreinigingen. Er wordt onderzoek gedaan naar deze verwerkingsroute, er is voor zover bekend 1 pilot op kleine schaal (zie Bijlage 1.1). Voordat dit op grote schaal kan worden toegepast is er nog veel ontwikkeling nodig. De

⁸ Thygesen, A., et al., 2021. Valorization of municipal organic waste into purified lactic acid. *Bioresource Technology*, 342. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125933>

⁹ <https://www.wur.nl/nl/project/onderzoek-naar-micro-organismen-voor-duurzame-productie-vetzuren.htm> bezocht op 30-03-2022.

technologische ontwikkelingen kunnen mogelijk worden geholpen door een project.

Meststoffen terugwinnen uit urine - stikstof en fosfaat

Stikstof en fosfaat in urine kunnen worden teruggewonnen met commercieel beschikbare technologieën, struvietprecipitatie en ammoniumstrippen. Op deze manier worden meststoffen teruggewonnen die wettelijk zijn toegestaan. Een deel van de meststof zal echter verloren gaan omdat er geen goede techniek beschikbaar is voor kaliumterugwinning. Daarnaast is de verwerkingsroute in de SaNiPhos nog niet financieel rendabel gebleken. Dit laatste kan een aanknopingspunt voor een project zijn.

Meststoffen terugwinnen uit urine - stikstof d.m.v. biobrandstofcel

De technologie in deze verwerkingsroute, de biobrandstofcel, is een energiezuinig alternatief voor stikstofterugwinning door middel van ammoniumstrippen. Deze techniek zou eventueel ook met fosfaatterugwinning gecombineerd kunnen worden. Stikstof en fosfaat kunnen dan worden teruggewonnen, maar voor kalium is nog geen goede techniek beschikbaar. Een deel van de meststof blijft dus achter in het restwater. Er wordt onderzoek gedaan naar deze verwerkingsroute maar het wordt nog niet op grotere schaal toegepast. Deze verwerkingsroute vergt dus nog technologische ontwikkeling. Dit zou een mogelijke interessant onderwerp kunnen zijn voor een project.

Urine concentreren – alkalisch drogen

In deze verwerkingsroute wordt een geconcentreerde meststof gemaakt die kunstmest kan vervangen waarbij alle nutriënten in urine worden benut (NPK). Het nadeel zijn het chemicaliën- en energieverbruik. Deze route wordt al toegepast in twee pilots in Sweden maar nog niet in Nederland. Het opschalen van deze route vergt nog ontwikkelingen en ook zijn er bijvoorbeeld technologische ontwikkelingen nodig om de microverontreinigingen in het product te verwijderen. Dit zijn beide aanknopingspunten voor een project.

Urine concentreren – omgekeerde osmose

In deze verwerkingsroute wordt een geconcentreerde meststof gemaakt die kunstmest kan vervangen waarbij alle nutriënten in urine worden benut (NPK). Het nadeel is wel een hoog energieverbruik. De route wordt door een technologieleverancier (Semilla) als financieel rendabel geacht en er wordt verwacht dat ook andere stakeholders in Nederland hier interesse in hebben. Deze techniek is echter nog niet op grote schaal toegepast voor urine en ook wordt er nog onderzoek gedaan naar de veiligheid van het product. Dit laatste zou bewijs kunnen leveren om het product wettelijk toegestaan te krijgen. Opschaling van deze route in combinatie met onderzoek naar het product is mogelijke interessant voor een project.

4. Kansen en belemmeringen

Voor de geselecteerde verwerkingsroutes zijn er een aantal knelpunten en kansen geïdentificeerd. Deze zijn niet voor alle verwerkingsroutes hetzelfde, en worden hieronder toegelicht. In Bijlage 3 zijn schema's opgenomen van de geselecteerde verwerkingsroutes, waarin de geïdentificeerde knelpunten zijn weergegeven. Dit geeft input om te bepalen waar een nieuw project van toegevoegde waarde kan zijn en inzicht in waar de knelpunten liggen.

4.1 Kwaliteit

De kwaliteit van het ingezamelde materiaal is een aspect dat vaak genoemd wordt door stakeholders en zeker voor toepassingen binnen de voedselkringloop erg belangrijk is. Hierbij gaat het zowel om de mogelijk in het materiaal aanwezige verontreinigingen als om de samenstelling. Bij GFTe gaat het bij verontreinigingen om ongewenste stoffen zoals plastic, zware metalen, blik, onkruidzaden (exoten) en pathogenen. De samenstelling betreft o.a. het watergehalte, de aard van de organische stof, de nutriëntenconcentraties en het zoutgehalte.

Stakeholders in de GFTe sector geven aan dat de kwaliteit van het ingezamelde materiaal zeer te wensen over laat, en zien daar de laatste jaren zelfs een verslechtering in. Om hierin verbetering aan te brengen is gedragsverandering van de burger nodig, en/of een andere inzamelings techniek. Nascheiding van GFTe is niet eenvoudig en te kostbaar. Inzameling en verwerking moeten niet los van elkaar worden gezien. De zoektocht naar manieren om het aandeel aan vervuilingen omlaag te brengen is ook een kans om tot nieuwe methoden en inzichten te komen, die hoogwaardigere verwerking ook op een andere manier dichterbij brengen.

In gescheiden ingezamelde urine zijn vooral de organische microverontreinigingen (medicijn- en/of drugsresten) en grovere vervuilingen zoals sigarettenpeuken een probleem. De concentratie zware metalen mag ook niet te hoog zijn, maar dit levert meestal geen problemen op. De aanwezigheid van grove verontreinigingen kan worden beperkt door in te zetten op inzamelmethoden waarbij de inlaat dit soort materialen tegenhoudt. Microverontreinigingen zijn opgelost in de urine en moeten dus tijdens de verwerking worden verwijderd. Hierbij kan worden aangesloten bij recente innovaties in de afvalwaterzuivering. De laatste jaren staat dit onderwerp sterk in de belangstelling en er zijn veel verwijderingstechnologieën voor microverontreinigingen in ontwikkeling. Qua samenstelling zijn bij urine de nutriëntenconcentraties en het zoutgehalte belangrijke parameters.

4.2 Hoeveelheid

In het huidige systeem wordt GFTe omgezet in compost dat vervolgens wordt afgezet. Bij het opstellen voor een contract voor de afname van compost wordt een bepaalde hoeveelheid compost gegarandeerd. Als het ingezamelde GFTe

niet constant is in kwaliteit en kwantiteit is het voor de compost producent lastig om het contract na te leven. Ook bij het produceren van een hoogwaardiger product zal een afnemer in een contract een bepaalde hoeveelheid product verwachten. Het aspect van een verzekerde hoeveelheid GFTe van goede kwaliteit wordt ook in de interviews geïdentificeerd als knelpunt om de afzet te verzekeren. Men heeft zorgen geuit over de continuïteit, bijvoorbeeld wanneer in een nieuwe opzet in het begin veel mensen goed meedoen en dit gedurende de tijd afneemt. Hierdoor kunnen zowel de kwantiteit als de kwaliteit van het ingezamelde materiaal achteruit gaan. Zeker in dichtbebouwde gebieden is het lastig om de logistieke puzzel van GF(T)e inzameling voor elkaar te krijgen.

In het geval van een urine inzameling en -verwerking is de continuïteit van de ingezamelde stroom afhankelijk van de gekozen inzamelingsmethoden. Bij festivals kan met name in het zomerseizoen gescheiden urine worden ingezameld terwijl gescheiden urine van een woonwijk een consistente stroom door het jaar heen kan opleveren. Een gemeente kan besluiten om voorop te lopen in circulariteit door te kiezen voor gescheiden inzameling van urine bij een nieuwbouwwijk. Hierbij is het van groot belang om de hele keten te betrekken, van bewoners t/m gebruikers van de producten.

4.3 Technologische ontwikkeling

Een groot aantal technologieën voor de terugwinning van (hoogwaardige) producten uit GFTe en urine is nog in ontwikkeling. Technologieën zijn bijvoorbeeld bewezen op kleine schaal (lab of kleine pilot) of op een andere (afval)stroom, en er is eerst meer ontwikkeling en ervaring nodig voordat deze kunnen worden toegepast op grote schaal en met GFTe. Andere verwerkingsroutes zijn in een nog eerder stadium van ontwikkeling en vergen nog meer onderzoek in het lab om procescondities te ontwikkelen waarbij een hoog genoeg rendement kan worden bewerkstelligd.

Veel EU projecten zijn gefocust op dit knelpunt. Je ziet bijvoorbeeld dat bij bewezen technologieën op pilotschaal, de opschaling hiervan een probleem kan zijn. Financiering via EU projecten is een mogelijke oplossing, omdat de kosten voor de opschaling hierdoor deels gedekt worden en zo het economische risico verkleinen. Dit soort projecten zijn ook goede 'uithangborden' voor nieuwe ontwikkelingen. Een voorbeeld is het EU Horizon 2020 project Run4Life, waarin technologieën voor nutriëntenterugwinning uit afvalwaters op grotere schaal op verschillende locaties konden worden gedemonstreerd. In het project was ruimte voor de technologie, maar ook voor de toepassing van de producten en het betrekken van eindgebruikers en andere stakeholders.

Bij opschaling kan de beschikbaarheid van voldoende inputmateriaal een beperkende factor zijn. Zeker wanneer de verwerkingstechnologie bepaalde eisen stelt aan de kwaliteit van de invoer. Hierdoor wordt het moeilijk om te bewijzen dat een technologie inderdaad goed kan functioneren op grote schaal. Zolang er geen vertrouwen is dat een techniek een goed product met constante

kwaliteit kan produceren, is er weinig animo om aan de voorkant aanpassingen te doen waardoor de kwaliteit en continuïteit van de invoer gegarandeerd is. Dit aspect is bijvoorbeeld aan de orde bij de productie van bioplastics uit afval. Om op grote schaal te kunnen demonstreren dat er wel een product van constante kwaliteit kan worden geproduceerd is een grote installatie nodig. Maar om dit te financieren is vaak eerst bewijs nodig dat het mogelijk is. De overheid zou een rol kunnen spelen om deze lastige periode te overbruggen.

Dat technologieën constant in ontwikkeling zijn biedt ook kansen om actief mee te bewegen met nieuwe inzichten op het gebied van de kwaliteit van het invoermateriaal, in dit geval GFTe en urine. Andere inzamelmethoden kunnen een andere kwaliteit materiaal geven, waardoor mogelijk eerder niet toepasselijk gedachte technieken toch interessant worden. Ook veranderingen in wet- en regelgeving kunnen sturend zijn in technologische ontwikkelingen. Het achteraf aanpassen van bestaande technieken aan nieuwe eisen is vaak lastiger dan het vanaf het begin in de ontwikkeling meenemen er van.

4.4 Acceptatie

Bij terugwinning van grondstoffen uit GFTe en urine heeft de kwaliteit van het materiaal invloed op zowel de technische mogelijkheden voor terugwinning, als op de perceptie en acceptatie van de teruggewonnen producten. Boeren en hun afnemers moeten kunnen vertrouwen op de kwaliteit van uit afval teruggewonnen meststoffen. Dit betreft zowel de landbouwkundige werking van het materiaal, als de afwezigheid van verontreinigingen. De landbouw wil niet worden gezien als een eindbestemming voor afval.

Door de geïnterviewde stakeholders wordt ook genoemd dat acceptatie van het eindproduct een knelpunt kan zijn. ForFarmers en WUR horen signalen uit het veld dat consumenten de producten gegroeid op uit afval teruggewonnen meststoffen niet accepteren (zie ook bijlagen 4.3 en 4.4). Hierbij wordt dan gedacht aan percepties op het gebied van veiligheid, bijvoorbeeld de aanwezigheid van pathogenen en vervuilende stoffen. Hierdoor zijn ze onzeker over de afzet van hun producten als ze deze teruggewonnen meststoffen zouden gebruiken. Daar staat tegenover dat er ook boeren zijn die juist geïnteresseerd zijn in teruggewonnen meststoffen omdat de circulariteit van dit product hun aanspreekt en ze dit verhaal graag delen met hun afnemers.

Een van de redenen die achter de ontwikkelingen richting een meer lokale inzameling en verwerking zitten is dat een lokale verwerking, en meer nog een lokale kringloopsluiting, sociale belemmeringen kunnen overwinnen en mensen juist kunnen motiveren om hun afval (beter) te scheiden. Dit vanwege het circulaire “verhaal” dat dan bij afvalscheiding hoort, waardoor er een meer directe relatie is tussen het eigen gedrag en wat er met het materiaal gebeurt.

4.5 Circulariteit en hoogwaardigheid van producten

De huidige verwerking van GFTe tot compost is op zichzelf al een circulaire aanpak, met kringloopsluiting van de voedselketen. Zoals eerder gesteld laat de kwaliteit van de compost te wensen over. Het verbeteren van de kwaliteit zou het tot een meer gewild product kunnen maken. Er is de laatste jaren meer aandacht voor het terugbrengen van organische stof naar de bodem, iets wat niet gedaan kan worden met kunstmest en de hoeveelheid dierlijke mest die mag worden gebruikt is beperkt. Wanneer ingezet wordt op goed kwaliteit GFTe geeft dit meteen kansen voor het terugwinnen van meer hoogwaardige producten naast compost. Hoewel technologisch meer complex, geeft cascadering – het opeenvolgend terugwinnen van verschillende producten uit de verschillende nieuw ontstane reststromen – kansen om reststromen beter te verwaarden en de producten in verschillende sectoren af te zetten waardoor daar de circulariteit ook toeneemt. Bijvoorbeeld het produceren van bouwstenen zoals vetzuren voor de chemische industrie, de reststroom vergisten tot biogas (groene energie), de nutriëntenarme vaste fractie van het digestaat composteren, kunstmestvervangers winnen uit de vloeibare fractie en deze daarna verder opzuiveren tot schoon water.

Dit soort cascades zijn zeer waarschijnlijk nog niet kosteneffectief, maar door technologische ontwikkelingen en toenemende prijzen voor fossiele grondstoffen kan dit in de toekomst veranderen. Wet- en regelgeving zijn streng, waardoor niet alles mogelijk is. Naar aanleiding van het belang van het verminderen van de afhankelijkheid van fossiele grondstoffen en import uit derde wereld landen¹⁰, is er op EU niveau wel een ontwikkeling gaande in het vaststellen van een einde-afvalstatus voor bepaalde teruggewonnen grondstoffen¹¹. Zowel grondstoffenschaarste als geopolitieke afhankelijkheden spelen hierin een rol¹².

Voor urine is er nog geen kringloopsluiting, de verwerking gaat via de centrale rwzi. Het gezuiverde water wordt wel weer deel van de waterkringloop, en op een aantal plekken in Nederland worden energie en fosfaat voor een klein deel teruggewonnen. Urine bevat het grootste deel van de meststoffen uit onze voeding, in een relatief klein volume. Het geschikt maken van urine voor gebruik in de landbouw, of het winnen van kunstmestvervanger is dus een van de meest directe vormen van kringloopsluiting.

4.6 Wettelijk kader

In de context van deze opdracht (circulaire verwerking van GFTe en urine en hergebruik van herwonnen grondstoffen) spelen verschillende wettelijke kaders een rol. Het gaat hierbij om wetgeving op het gebied van afvalinzameling en -

¹⁰ https://www.europa-nu.nl/id/vlbrejajlqzn/nieuws/commissie_kondigt_maatregelen_aan_om_bezocht_op_31-03-2022.

¹¹ https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_nl_bezocht_op_31-03-2022.

¹² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0474> bezocht op 31-03-2022.

verwerking, omgaan met dierlijke bijproducten (bioafval valt hieronder), het verhandelen en toepassen van meststoffen en het voederen van dieren.

Het compleet en begrijpelijk uitwerken van de wet- en regelgeving kost veel tijd, en valt buiten de scope van deze opdracht. Voor een gedetailleerd overzicht van de meeste aspecten van regelgeving op het gebied van GFTe verwerking zie het rapport “Kleinschalige verwerkingsmethoden voor GFT en swill - bijdragen aan de circulaire economie binnen bestaande regelgeving en beleid”¹³. In het kader van de huidige studie is een quickscan gedaan om in grote lijnen het beeld te schetsen en recente ontwikkelingen in de mestwetgeving toe te lichten.

4.6.1 Dierlijke bijproducten

Bioafval valt onder de dierlijke bijproducten. Hierdoor gelden er extra strenge regels voor het omgaan met deze stroom, variërend van o.a. eisen aan de verwerking tot het goed registreren van in- en uitgaande stromen. Het apart houden van vlees, eieren en zuivelproducten is niet voldoende om buiten deze regels te vallen. GFTe is per definitie geclassificeerd onder de dierlijke bijproducten. Het omgaan met dierlijke bijproducten wordt wettelijk bepaald in de EU-verordening (EG) 1069/2009¹⁴ en bijbehorende uitvoeringsverordening (DBP verordeningen)¹⁵. Deze zijn direct van toepassing in alle lidstaten en opgenomen in de nationale wetgeving. Er zijn o.a. speciale regels voor composteer- en biogasinstallaties, die vooral te maken hebben met de hygiënisering van het materiaal. Voor alle handelingen met GFTe is erkenning nodig door de NVWA. Dat is in Nederland de bevoegde instantie die nagaat of alles in overeenstemming is met de DBP verordeningen. Zonder erkenning wordt de verwerking niet toegestaan.

4.6.2 Meststoffen

De wet- en regelgeving rond meststoffen is erg uitgebreid. Een van de punten die momenteel een grote belemmering is, is dat compost de enige meststof is die van GFTe gemaakt mag worden. De definitie van compost is zo opgesteld dat alleen “echte” compost hieronder valt. Digestaat van biogasinstallaties voor GFTe mag bijvoorbeeld niet als meststof toegepast worden, wettelijk gezien is het een afvalstroom. Vanaf 16 juli 2022 gaat de nieuwe [EU Meststoffenverordening \(EU\) 2019/1009](#) van kracht¹⁶. Deze gaat hier formeel verandering in brengen. In de verordening staat aan welke eisen bemestingsproducten moeten voldoen om een CE label te verkrijgen voor

¹³ Bisschops, I., et al., 2020. Kleinschalige verwerkingsmethoden voor GFT en swill - bijdragen aan de circulaire economie binnen bestaande regelgeving en beleid. LeAF BV, in opdracht van Rijkswaterstaat.

¹⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=CELEX%3A32009R1069> bezocht op 31-03-2022.

¹⁵ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0015527/2004-12-08> bezocht op 31-03-2022.

¹⁶ Verordening (EU) 2019/1009 van het Europees Parlement en de Raad van 5 juni 2019 tot vaststelling van voorschriften inzake het op de markt aanbieden van EU-bemestingsproducten en tot wijziging van de Verordeningen (EG) nr. 1069/2009 en (EG) nr. 1107/2009 en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 2003/2003.

handel in Europa. Er worden bestanddelencategorieën gedefinieerd waaruit bemestingsproducten mogen bestaan. Digestaat van bioafval mag dan als (ingrediënt van) meststoffen gebruikt worden, mits wordt voldaan aan een aantal strenge voorwaarden, o.a. op het gebied van procesvoering en productkwaliteit.

Teruggewonnen kunstmestvervangers worden niet altijd gezien als meststof, afhankelijk van hun origine en hoe ze precies teruggewonnen zijn tellen ze bijvoorbeeld mee als dierlijke mest of blijven ze formeel afval en mogen ze niet worden gebruikt tenzij er een speciale ontheffing wordt gegeven.

4.6.3 Afvalstatus

Producten uit afval blijven zelf een afvalstatus houden totdat er officieel expliciet tot een einde-afvalstatus wordt besloten. Voor veel toepassingen is het verboden om afval te gebruiken, en dus staat de afvalstatus het hergebruik in de weg. Ook voor producten waarin formeel een grondstof met afvalstatus zou kunnen worden gebruikt is dit meestal ongewenst vanwege het imago van het product. Tenzij de producent juist de circulaire gedachte wil benadrukken en consumenten het dus niet erg vinden dat er 'afval' in het product zit.

De wetgeving m.b.t. de afvalstatus komt voort uit de wens om risico's voor milieu en gezondheid te minimaliseren, en uit de gedachte van een lineaire economie. Voor circulariteit is het erg belangrijk om goede definities te hebben van wanneer een materiaal, dat afkomstig is uit een reststroom, veilig is om het opnieuw als grondstof of product te kunnen gebruiken. De discussie over afval- en grondstoffen wordt volop gevoerd, maar er is nog veel onduidelijkheid over de afvalstatus van herwonnen grondstoffen. Onder andere vanuit de watersector wordt er momenteel gelobbyd om vaart te maken met dit soort beslissingen¹⁷.

Met betrekking tot de verwerkingsroutes in de huidige studie zal dit waarschijnlijk alleen bij de niet-meststoffenproducten een rol spelen. Een afvalstatus staat het gebruik van meststoffen namelijk niet in de weg, zolang deze zijn opgenomen in de meststoffenwet. Bij insectenweek op GFe is de afvalstatus wel een belemmering, het is verboden om dieren met afval te voeden. Of het GFe vrij is van vervuiling zoals plastic maakt daarin geen verschil. Daarnaast vallen de gebruikte insecten onder de productiedieren, is hun ontlasting officieel dierlijke mest en zou als zodanig meetellen in de mineralenboekhouding van de boer. Het insectensubstraat zou zeer waarschijnlijk als afval worden gezien en mag daarom niet als diervoeding worden toegepast. Zowel aan de voor- als aan de achterkant heeft men hier dus te maken met het effect van de afvalstatus.

¹⁷ <https://www.eureau.org/resources/news/606-valuing-our-recyclable-materials> bezocht op 30-03-2022.

4.6.4 Ontheffingen

Vanwege de strenge wet- en regelgeving komt het regelmatig voor dat circulaire projecten een ontheffing krijgen van bijvoorbeeld de gemeente. Dit is een manier om ontwikkelingen op dit gebied te stimuleren en informatie te verzamelen die gebruikt kan worden als input voor eventuele veranderingen in het beleid. Bijvoorbeeld door op een voldoende grote schaal te laten zien dat een bepaalde verwerkingsmethode wel een veilig product oplevert. Insectenkwekers hebben aangegeven dat zij denken dat insecten GFe als voer kunnen gebruiken, om eiwit te produceren dat zonder risico's in diervoeding gebruikt kan worden.

Sprekend met stakeholders over circulaire projecten komt vaak naar voren dat men dingen wil uitproberen, en dat daar dan vast wel een ontheffing voor gegeven zal worden. Ook zijn veel stakeholders, waaronder ook overheden, zeer gedreven om circulaire projecten uit te voeren maar niet voldoende op de hoogte van de geldende wet- en regelgeving. Dat is niet verwonderlijk gezien de veelheid en complexiteit. Het heeft er wel toe geleid dat er in Nederland op veel plekken GFTe verwerkt wordt, zonder te voldoen aan de eisen die volgens de wet- en regelgeving gesteld worden.

Het lijkt onvermijdelijk dat sommige wetgeving aangepast zal moeten gaan worden om een circulaire economie mogelijk te maken. Maar veel van de regels hebben een onmisbare functie: het beschermen van de volksgezondheid en het milieu. Experimenten kunnen ook leiden tot risico's en nadelige effecten, waardoor de behaalde voorsprong te niet gedaan kan worden. Het is belangrijk om zoveel mogelijk te werken binnen de wettelijke kaders en alleen in uitzonderingsgevallen en met goede reden een ontheffing te verlenen.

5. Projectvoorstellen

Aan de hand van de mogelijke verwerkingsroutes en de knelpunten die zijn geïdentificeerd zijn veel projectideeën mogelijk. LeAF heeft een aantal projectideeën geformuleerd die kansrijk zijn om met deze reststromen concrete projecten op te zetten. Deze projecten kunnen bijdragen aan het tot stand brengen een lokale circulaire keten (inzameling, verwerking en afzet) voor GFTe en/of urine. In een vervolg traject zal de gemeente een van de projecten kunnen kiezen om verder uit te werken. Bij die uitwerking is het van belang om te inventariseren wat er in het verleden al gedaan is op dat onderwerp, en waar men nu mee bezig is zodat het project echt aanvullend is. In deze studie is wel geïdentificeerd dat er kansen liggen, maar niet volledig geïnventariseerd wat er gebeurd en gedaan is.

Om een verwerkingsroute volledig ontwikkeld en lokaal in de MRA toegepast te krijgen, zijn meerdere onderdelen van de keten van belang. Sommige van deze onderdelen hangen met elkaar samen. Zo kan een project rondom de bevordering van zichtbaarheid gepaard gaan met het verbeteren van de kwaliteit en het testen van deze kwaliteit met lokale boeren. Om die reden is er onderscheid gemaakt tussen 2 type projecten, die in de volgende paragrafen achtereenvolgens worden beschreven:

- Projecten over de **gehele keten**: er zijn 2 projectvoorstellen geformuleerd waarin de gehele keten is meegenomen, namelijk inzameling, verwerking en afzet. Per projectvoorstel is één verwerkingsroute gekozen die zich hiervoor het beste leent: een voor GFTe en een voor urine.
- Projecten op een onderdeel van de keten ('**challenges**'): focus op één onderdeel van de keten, zoals inzameling (kwaliteit van het materiaal), verwerkingsmethoden of wetgeving. Deze projectvoorstellen zijn voorgesteld als 'challenges', die laagdrempeliger zijn en op meerdere verwerkingsroutes kunnen worden toegepast.

5.1 Gehele keten

In de projectvoorstellen waar de gehele keten aan bod komt, zijn verwerkingsroutes gekozen die op korte termijn een zo circulair mogelijke keten opleveren binnen de voedselketen. Het is de verwachting dat deze verwerkingsroutes binnen afzienbare tijd wettelijk zijn toegestaan en kansrijke circulaire producten opleveren. Aspecten die in de projectvoorstellen generiek meegenomen kunnen worden:

- Kwaliteit van het ingezameld materiaal
- Kwaliteit van het ingezameld materiaal
- Zichtbaarheid van de gehele keten (voor burgers)
- Vergunningen (voor verwerkingslocatie)
- Behoeftelokale meststoffen
- Lokale afzet mogelijkheden (akkerbouw, glastuinbouw, stadslandbouw)
- Certificering van meststoffen
- Wetgeving (onthefing, einde-afvalstatus)

- Acceptatie door agrarische sector en burger
- Pilot
 - o Proof of principle / verhogen TRL
 - o Toepassing van biogas (bij GFe)
 - o Kwantiteit en kwaliteit van geproduceerde meststoffen
 - o Werkzaamheid van meststoffen voor specifieke gewassen/planten (potproeven)
 - o Veiligheid van meststoffen
 - o In contact brengen van (lokale) partijen

In een dergelijk project zullen verschillende stakeholders verschillende taken op zich nemen. Er zijn een aantal taken waar de gemeente van toegevoegde waarde kan zijn:

- De regie/coördinatie van het project
- Procesbegeleiding
- Het samenbrengen van partijen (partners zoeken)
- Cofinanciering
- Het zichtbaar maken voor de burgers
- Helpen met aanvragen van ontheffingen
- Vergunningverlening van pilot locatie

Ook kan de gemeente besluiten om een of meerdere van deze taken uit te besteden.

5.1.1 GFTe projectvoorstel 'Waardevolle meststoffen uit GFe-gescheiden digestaat'

De verwerking van gescheiden ingezameld GFe is kansrijk voor een projectvoorstel. In Amsterdam bestaat GFTe voor een groot deel uit keukenafval (relatief kleine tuinfractie). Omdat GFe andere mogelijkheden biedt dan GFTe is het interessant om deze twee stromen gescheiden in zamelen. De meest haalbare en interessante route voor de tuinfractie is de bestaande route van compost. Daarmee kan GFe in potentie een andere route volgen.

De verwerkingsroute van GFe die zich het beste leent voor een project op de gehele keten is de route 'Digestaat scheiden en vloeibare en vaste fractie apart verwerken' (zie §0). Deze verwerkingsroute bestaat uit de volgende onderdelen:

- Vergisten van GFe voor de productie van biogas
- Scheiden van digestaat voor terugwinning van meststoffen uit de vloeibare fractie
- Composteren van de vaste fractie

De toepassing van de producten uit deze verwerkingsroute zijn binnen afzienbare tijd wettelijk mogelijk, en een deel van de producten kan potentieel als vervanging van kunstmest dienen. Daarnaast worden er producten ten behoeve van de voedselketen geproduceerd, waarvan de technologieën

commercieel beschikbaar zijn. Ten slotte is de verwerkingsroute nog niet in Nederland toegepast, wat het project een innovatief karakter geeft.

Een bijkomend voordeel van het scheiden van digestaat is dat dit het probleem van te veel fosfaat in compost voorkomt. Bij het composteren van GFTe met een grote GFe fractie kan de concentratie fosfaat hierin mogelijk een probleem opleveren. Compost met veel fosfaat is voor boeren minder interessant, omdat dan sneller de maximale hoeveelheid fosfaat, dat toegepast mag worden op het land, wordt behaald. Hierdoor wordt de hoeveelheid compost dat op het land gebracht kan worden minder en kan er ook minder organische stof via compost op het land komen.

Een mogelijk project kan zich richten op het verwaarden van GFe via bovengenoemde route, met daarin de volgende elementen:

- Testen van innovatieve/slimme inzameling van GFe
- Demonstreren van innovatieve verwerkingstechnologie door middel van pilot
- Onderzoek naar kwaliteit en kwantiteit van geproduceerde meststoffen
- Testen van geproduceerde meststoffen op gewassen door lokale landbouw, tuinbouw en/of stadslandbouw
- Opzet van keten die kwaliteit en veiligheid waarborgt

Andere verwerkingsroutes die ook veelbelovend zijn voor GFe verwerking zijn minder geschikt voor een project op de gehele keten. Deze verwerkingsroutes hebben een of meer knelpunten in de keten die beter apart in een project aangepakt kunnen worden. Het verhandelen van vetzuren en insecten geproduceerd uit GFe is bijvoorbeeld wettelijk nog niet mogelijk. Deze verwerkingsroutes hebben meer baat bij een project waarbij specifiek wordt gekeken naar de veiligheid van de producten, zodat er bewijs kan worden geleverd voor de lobby voor het veranderen van de wetgeving. Dit en andere projectvoorstellen die gefocust zijn op 1 onderdeel in de keten komen terug in de 'challenge' projectvoorstellen (§0).

5.1.2 Urine projectvoorstel 'Hoogwaardige meststoffen d.m.v. omgekeerde osmose met urine'

De verwerkingsroute voor urine die het meest kansrijk wordt geacht voor een projectvoorstel op de gehele keten is het concentreren van urine door middel van omgekeerde osmose (zie §0). Hiermee wordt een meststof gemaakt die potentieel kunstmest kan vervangen. Daarnaast zijn er al onderzoeken gaande over de kwaliteit en veiligheid van het product, wordt de verwerkingsroute door een technologieleverancier (Semilla) als financieel rendabel geacht en er wordt verwacht dat ook andere stakeholders in Nederland hier interesse in hebben. De toepassing van het product is nog niet wettelijk mogelijk. Het demonstreren van de veiligheid van het product kan bewijs leveren voor de lobby om de wettelijke mogelijkheden voor urine te vergroten.

Een mogelijk project kan zich richten op het verwaarden van urine via bovengenoemde route, met daarin de volgende elementen:

- Uitbreiden van urine inzamelingscapaciteit
- Demonstreren van innovatieve verwerkingstechnologie door middel van pilot
- Onderzoek naar kwaliteit en kwantiteit van geproduceerde meststoffen
- Testen van geproduceerde meststoffen op gewassen door lokale landbouw, tuinbouw en/of stadslandbouw
- Opzet van keten die kwaliteit en veiligheid waarborgt

Andere verwerkingsroutes van urine zijn minder interessant. Zo gaat bij terugwinning van meststoffen uit urine bijvoorbeeld een deel van de meststoffen verloren. Fosfaat en ammonium zijn terug te winnen in de vorm van bijvoorbeeld struviet en ammoniumsulfaat, maar voor kalium is nog geen goede technologie beschikbaar. Urine bevat daarnaast ook micronutriënten die mogelijk van waarde zijn. Het SaNiPhos project is gestopt met deze verwerkingsroute omdat deze nog niet financieel rendabel is. En biobrandstofcellen voor stikstofterugwinning zijn nog in ontwikkeling. Deze routes zijn daarom meer geschikt voor een challenge.

Er zijn twee verwerkingsroutes geïdentificeerd die een geconcentreerde vorm van urine produceren die als kunstmestvervanger kan worden toegepast. Omgekeerde osmose is boven alkalisch drogen verkozen omdat er al partijen in Nederland zijn die dit willen gaan toepassen. Het opzetten van een project wordt daarom als meer haalbaar geacht bij de omgekeerde osmose route.

5.1.3 Stakeholders

Per onderdeel in de keten (inzameling, verwerking en afzet) zijn er verschillende stakeholders belangrijk om bij het project te betrekken. Geïdentificeerde mogelijke stakeholders voor de projecten op de gehele keten zijn:

- Overheid
 - o Gemeente
 - o Provincie
 - o Wetgever
 - o Waterschap (Waternet)
- Inzameling
 - o Burgers/wijkinitiatieven
 - o Projectontwikkelaars
 - o Vergunningverlener
 - o Inzamelaars/afvalverwerkers (Attero, Renewi en Meerlanden)
- Verwerking
 - o Technologie ontwikkelaars (leverancier)
 - o Adviesbureaus
 - o Onderzoeksinstituten
 - o Waterschap
- Afzet
 - o Akkerbouwers en tuinders (in de MRA)

- Meststoffen producenten (ICL Fertilizers)
- Kennisinstellingen (Louis Bolk Instituut, WUR)
- Keurmerk / certificeringsorganisatie

5.2 Challenge

Een andere mogelijkheid is om juist de meer innovatievere verwerkingsroutes te helpen ontwikkelen door het uitzetten van een challenge. Innovaties op specifieke knelpunten binnen de keten kunnen hiermee worden aangejaagd. In een dergelijke challenge kan de gemeente faciliteiten bieden om burgers, bewonersverenigingen en/of leveranciers met oplossingen te laten komen. Deze faciliteiten zijn bijvoorbeeld:

- De locatie voor een pilot
- Beschikbaar stellen van ingezameld materiaal
- Financiële middelen
- Ondersteuning bij monitoring en evaluatie (bijv. analyses van gescheiden ingezameld materiaal, GF(T)e of urine, en/of de geproduceerde meststoffen)
- Creëren van experimenteerruimte (d.m.v. ontheffing van de wet)

Hieronder zijn een aantal kansrijke challenge-ideeën per knelpunt kort beschreven.

5.2.1 Inzameling

Mogelijke titel: '100% inzameling - 100% schoon'

Hierbij daagt gemeente Amsterdam de markt, bewoners en/of bewonersverenigingen uit om met inzamelingsmethodes te komen zodat meer en schoner GFTe ingezameld kan worden. De challenge kan toegespitst worden op leveranciers, inzameltechnologieën, transport, gedragsverandering etc. Er zal één van deze onderwerpen moeten worden gekozen voor één challenge.

Mogelijke titel: '100% schoon'

In deze challenge daagt gemeente Amsterdam inzamelaars en/of verwerkers uit om zo schoon mogelijk materiaal van het ingezamelde GFTe en/of urine te maken. In een dergelijke challenge kunnen marktpartijen ruimte krijgen om een scheidingsstap te ontwikkelen die hoogwaardigere toepassingen van het GFTe en/of urine tot stand kan brengen.

5.2.2 Verwerking & verwaarding

Mogelijke titel: 'TRL verhogen'

Deze challenge is erop gericht om innovatieve technieken voor de verwerking van GF(T)e en/of urine te helpen met opschaling. Er is een aantal technologieën die in ontwikkeling zijn maar nog niet op grotere schaal worden toegepast. Met

deze challenge help je dergelijke technologieën van TRL 5/6 naar TRL 7/8. Voorbeelden van deze technologieën zijn het maken van bioplastic of monovetzuren.

5.2.3 Wetgeving

Mogelijke titel: 'Laat zien dat jouw product veilig is'

In deze challenge kunnen marktpartijen aantonen dat nog niet toegestane producten wel veilig zijn. Op deze manier kan bewijs worden geleverd voor de lobby om wettelijke mogelijkheden te vergroten. Voorbeelden hiervan zijn het maken van vetzuren van GFTe en insectenkweek voor diervoedingstoepassingen en urine als meststof.

6. Verkenning subsidiemogelijkheden

Voor de projectvoorstellen van hoofdstuk 5 zijn de subsidiemogelijkheden geïnventariseerd door middel van gesprekken met een subsidieadviseur van de gemeente Amsterdam (Karin Borst) en de subsidie adviseur van LeAF (Bart van Reijs) van Evers en Manders Subsidieadviseurs.

Uit de gesprekken blijkt dat het terugwinnen van producten uit organisch afval en urine voor de voedselkringloop relevant is voor diverse subsidies. Het is echter belangrijk om eerst een concreet voorstel te hebben waarin doelstellingen, plan van aanpak, partners en een eerste kostenindicatie zijn gedefinieerd. Met een dergelijk voorstel is de kans groter om een subsidie te vinden waarop ingeschreven kan worden (mogelijk met een aantal aanpassingen).

Een aantal subsidies zijn genoemd om in de gaten te houden:

- LIFE¹⁸
- Interreg¹⁹
- Kansen voor West²⁰
- PPS Landbouw, Water, Voedsel²¹

Ook is gekeken naar de tenders op de website van de Europese unie²². Hieruit kwam de volgende tender naar voren die mogelijk interessant is: Innovation investments Strand 1-GREEN²³.

De conclusie is dat er voor alle projectvoorstellen subsidiekansen zijn. Voor het identificeren van de meest kansrijke subsidie is het eerst nodig om een projectvoorstel te kiezen en deze verder concreet te maken.

¹⁸ <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/life>

¹⁹ [Europese subsidieregeling Interreg | Europese subsidies | Rijksoverheid.nl](#)

²⁰ <https://www.kansenvoorwest2.nl/nl/>

²¹ [Regelingen \(kia-landbouwwatervoedsel.nl\)](#)

²² [Search Funding & Tenders \(europa.eu\)](#) bezocht op 23-03-2022. Waarbij de volgende zoektermen zijn toegepast: organic waste, urine, fertiliser, nutrients, , organic matter, municipal waste, biobased products en circular economy.

²³ <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/i3-2021-inv1-green;callCode=null;freeTextSearchKeyword=circular%20economy;matchWholeText=true;typeCodes=0,1,2,8;statusCodes=31094501,31094502;programmePeriod=null;programCcm2Id=null;programDivisionCode=null;focusAreaCode=null;destination=null;mission=null;geographicalZonesCode=null;programmeDivisionProspect=null;startDateLte=null;startDateGte=null;crossCuttingPriorityCode=null;cpvCode=null;performanceOfDelivery=null;sortQuery=sortStatus;orderBy=asc;onlYTenders=false;topicListKey=topicSearchTablePageState>

7. Aanbevelingen

Uit deze studie komt naar voren dat er veel gaande is op het gebied van GFTe- en urineverwerking. Er zijn veel kansen en daarmee veel mogelijkheden om als gemeente bij te dragen aan verdere ontwikkelingen. Er zijn aantal projectideeën geformuleerd waarvoor de gemeente initiatiefnemer kan zijn, eventueel met ondersteuning van LeAF. De projectideeën zijn allemaal haalbaar geacht voor de ontwikkeling van een circulaire keten voor de voedselkringloop en bieden allen subsidiekansen.

Het is nu eerst aan de gemeente om een keuze te maken waar zij op wil inzetten; bijvoorbeeld bijdragen aan het veranderen van wet- en regelgeving voor niet wettelijk toegestane kansrijke hoogwaardige producten (informatie verzamelen die hiervoor input kan geven), kwaliteit van het ingezamelde materiaal verhogen of een gehele circulaire keten opzetten. Vervolgens kan het projectidee dat hierbij aansluit verder worden uitgewerkt.

Bij het verder uitwerken van een projectidee zal eerst moeten worden geïnventariseerd wat er in het verleden al gedaan is op dat onderwerp, en waar men nu mee bezig is. Zo kan worden gewaarborgd dat het project echt aanvullend is.

Vervolgens kan het projectidee concreter worden uitgewerkt. Dit kan worden gedaan middels het volgende stappenplan:

1. Het formuleren van de doelstelling, de scope en het plan van aanpak
2. Een lijst met projectpartners opstellen en benaderen voor interesse
 - a. Blijft dit gefocust binnen de MRA of zijn er ook geïnteresseerde partijen daarbuiten?
3. Bijeenkomst organiseren om potentie te peilen
4. Het maken van een eerste kosteninschatting
5. Uitwerken van een eerste projectplan

Met behulp van een concreet uitgewerkt projectplan wordt het identificeren van kansrijke subsidies mogelijk. Als dit voor een subsidie extra mogelijkheden biedt, kan het projectplan worden uitgebreid. Zo is het voor de Interreg subsidie bijvoorbeeld nodig om een samenwerking aan te gaan met partijen in het buitenland. Ook kan het interessant zijn om andere organische reststromen (gemengd huishoudelijk afvalwater, groenafval, swill, en industrieel organisch afval) bij een project te betrekken. Bijvoorbeeld swill kan prima met huishoudelijke etensresten worden verwerkt en groenafval kan gebruikt worden om digestaat te kunnen composteren. Het kijken naar combinaties van reststromen voor een optimale verwerking zou dan ook onderdeel kunnen worden van het project.

Deze studie heeft laten zien dat er vele mogelijkheden zijn om meer circulair om te gaan met organische reststromen zoals GFTe en urine, en dat de gemeente hier een cruciale rol in kan spelen. Met opvolging van de bovengenoemde acties kunnen concrete stappen gezet worden richting een circulaire voedselketen.

Bijlage 1 – Bestaande initiatieven en projecten

B1.1 GFTe

In Tabel 0-1 en Tabel 0-2 zijn de initiatieven, op het gebied van GFTe en urine inzameling, verwerking en verwaarding, die in de loop van het project naar voren zijn gekomen, weergegeven. Het doel was niet een volledig overzicht maar om een beeld te krijgen van wat er gaande is.

Tabel 0-1 De geïdentificeerde initiatieven op het gebied van het verwaarden van GFTe.

Initiatief	Beschrijving	Bron
Nederlandse projecten / bedrijven		
Attero	Het ontwikkelen van een composteringsmethode waarmee substraatcompost wordt geproduceerd voor veen vervanging.	https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/06/Focus_op_research_en_development_de_WBSO_in_2019.pdf
Chaincraft	Vetzuren productie voor diervoeding. Geïnteresseerd in gebruik van GFe als substraat wanneer dit wettelijk is toegestaan	Bisschops, I., et al., Uitgangspunten en randvoorwaarden voor toepassing van voedselresten-vermalers in hoogbouw, voor effectieve inzameling en hoogwaardige verwerking. 2020 LeAF-Bv, in opdracht van gemeente Amsterdam, Rotterdam, Utrecht en Den Haag.
Circulair West	Het in kaart brengen van materiaalstromen.	https://www.circulairwest.nl/
Declique	Een bedrijf dat etensresten van bedrijven inzamelt en verwerkt tot compost en daar kruiden op groeit.	https://declique.nl/
KWR	Onderzoek naar de mogelijkheid van organisch afval op het riool lozen en bij de reguleren rwzi's verwerken.	AMS institute scientific Conference 'Reinventing the city' https://www.kwrwater.nl/projecten/organisch-keukenafval-via-riool/
Platform circulair Flevoland	Het doel van het platform is een netwerk op te zetten voor het koppelen van groenafval en afzet. Het platform bestaat uit de provincie, samen met gemeenten, kennisinstellingen en vooral veel ondernemers. Het is door middel van het platform mogelijk om nieuwe ketens te vormen en kennis uit te wisselen.	https://www.omgevingsvisielevoland.nl/themas/circulaire-economie/
Protix	Insectenweek voor diervoeding. Geïnteresseerd in gebruik van GFe als substraat wanneer dit wettelijk is toegestaan.	Bisschops, I., et al., Uitgangspunten en randvoorwaarden voor toepassing van voedselresten-vermalers in hoogbouw, voor effectieve inzameling en hoogwaardige verwerking. 2020 LeAF-Bv, in opdracht van gemeente Amsterdam, Rotterdam, Utrecht en Den Haag.
Re-store	Re-store heeft een LCA tool ontwikkelt waarmee een eerste inschatting van de impact van aparte GFTe inzameling in kaart gebracht kan worden, op milieu, economisch en sociaal vlak.	https://www.hva.nl/kc-techniek/gedeelde-content/projecten/projecten-algemeen/re-store.html
Reststromenhub Dutch Fresh Port	Een netwerk project waarbij verschillende producenten van voedingsmiddelen samenkomen om te kijken naar de verwaarding van hun reststromen.	AMS institute scientific Conference 'Reinventing the city' https://www.dutchfreshport.eu/2021/07/27/dutch-fresh-port-doet-mee-aan-initiatief-om-reststromenhub-op-te-zetten/

Schillenboer	De schillenboer in Rotterdam is een initiatief waar door middel van een bakfiets GFe wordt ingezameld.	https://www.rotterdam.nl/wonen-leven/schillenboer/
Spark 904	Spark 904 ontwikkelt een analytische tool om huishoudelijk organisch afval te classificeren. Daarnaast zoeken zij naar oplossing voor optimale scheiding en hergebruik.	AMS institute scientific Conference 'Reinventing the city' https://spark904.nl/
UVA	Onderzoek naar 'hydrothermal liquefaction' het maken van olie uit organisch afval.	AMS institute scientific Conference 'Reinventing the city'
Vermalers voor GFe inzameling in hoogbouw	Diederik Starreveld is bezig met het opzetten van een pilot om vernalers in te passen in een nieuwbouw project. Hierin wordt getest of vernalers een oplossing kunnen bieden voor het verhogen van het inzamelingspercentage en het verbeteren van de kwaliteit van het ingezamelde materiaal.	AMS institute scientific Conference 'Reinventing the city'
WUR- WFBR	- Onderzoek naar de productie van vetzuren, waarbij ook wordt gekeken naar de mogelijkheid om monovetzuren te produceren. - Onderzoek naar het terugwinnen van nutriënten uit organisch afval.	AMS institute scientific Conference 'Reinventing the city'
WUR-SSG	Onderzoek naar en het opzetten van een project op het beleids- en bestuursperspectief van organisch afval .	AMS institute scientific Conference 'Reinventing the city'
WUR-WLR InsectPARC+	Onderzoek naar de toepassing van insecten voor diervoeding en het groeien van insecten op verschillende reststromen.	https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksprojecten-LNV/Expertisegebieden/kennisonline/InsectPARC-1.htm

EU-projecten

ALG-AD	De ontwikkeling van nieuwe technologie om nutriënten beschikbaar te maken uit digestaat van etensresten en landbouwafval om algen op te kweken voor diervoeding of andere hoogwaardige producten.	https://www.nweurope.eu/projects/project-search/alg-ad-creating-value-from-waste-nutrients-by-integrating-algal-and-anaerobic-digestion-technology/
Bferst	Innovatieve verhandelbare meststoffen maken uit organisch afval uit de landbouw en het verbeteren tussen de relatie tussen boeren en de meststoffen producent.	https://bferst.eu/
Decisive	Het optimaliseren van verschillende biologische verwerkingstechnieken (composteren, vergisten en fermenteren) voor het maken van biopesticide, enzymen en ethanol uit organisch afval etensresten, mets en afvalwaterslib.	http://www.decisive2020.eu/the-project/solid-state-fermentation/
Deep purple	Onder andere het terugwinnen van hoogwaardige producten uit de organische fractie van huishoudelijk restafval. Bijvoorbeeld het produceren van bioplastic op biomassa of ecotine op biogas.	https://deep-purple.eu/
HOOP	Het helpen ontwikkelen van nieuwe duurzame biobased producten, waaronder bioplastic en meststoffen, op de organische fractie van restafval en afvalwaterslib door concrete investeringen op te zetten en te assisteren bij project ontwikkeling bij 8 gemeente-clusters.	https://hooproject.eu/

Nomad	Het ontwikkelen van een mobiele oplossing voor het produceren van meststoffen uit digestaat van organisch afval.	https://www.projectnomad.eu/
Percal	Verwaarding van de organische fractie van huishoudelijk restafval tot hoogwaardige producten o.a. bioethanol, melkzuur, ethyl lactaat en barnsteenzuur.	https://www.percal-project.eu/project_activities.php
ReFresh	Het reduceren van vermijdbare etensresten en het verbeteren van de valorisatie van etensresten.	https://www.eu-refresh.org/index.html
Resurbis	Onder andere het produceren van bioplastisch op etensresten.	https://www.resurbis.eu/project-summaries
Run4Life	Het demonstreren van de verwaarding van afvalwater en keukenafval tot meststoffen.	https://run4life-project.eu/
Scalibur	Het verbeteren van de inzameling van huishoudelijk organisch afval en het produceren van hoogwaardige producten uit huishoudelijk organisch afval zoals biopesticide en bioplastisch.	http://www.scalibur.eu/added-value-products/from-ofmsw/
Sieugreen	De ontwikkeling van allerlei technieken om groenafval te verwerken, vooral gefocust op stedelijke circulariteit.	https://www.sieugreen.eu/Showcases
Systemic	Vergisting en het terugwinnen van nutriënten uit etensresten, mest en afvalwaterslib.	https://systemicproject.eu/plants/demonstration-plants/groot-zevert-the-netherlands/
Urbiofin	Het maken van chemische platform moleculen (bioethanol, vetzuren en biogas), biopolymeren (PHA en biocomposiet) en additieven (bioethyleen, microalgen voor meststoffen) uit de organische fractie van restafval.	https://www.urbiofin.eu/
ValueWaste	Nieuwe grondstoffen maken uit huishoudelijk bioafval. Bijvoorbeeld eiwit productie op biogas en eiwitproductie door middel van insecten en meststof uit de vloeibare fractie van digestaat.	https://valuwaste.eu/work-plan/
Waystup	Het maken van hoogwaardige producten uit organisch afval; oplosmiddel, ethanol, bioplastisch, insecteneiwit en biochar.	https://waystup.eu/cases/athens-gre/

B1.2 urine

Tabel 0-2 De geïdentificeerde initiatieven op het gebied van het verwaarden van menselijk urine.

Initiatief	Beschrijving	Initiatief
Nederlandse projecten		
Anthroponix	Een tool-kit ontwikkelen waarmee mensen thuis hun eigen urine kunnen hergebruiken.	https://www.wur.nl/nl/project/menselijke-urine-als-meststof.htm https://www.evavanstrien.nl/work/anthroponix
IQUA Bernheze	Desinfecteren van urine voor hergebruik.	https://www.i-qua.eu/2022/02/08/voetbalvereniging-hvch/
SaNiPhos	Demonstreren van het terugwinnen van nutriënten uit urine.	https://www.saniwijzer.nl/projecten/saniphos/detail=103
Buitenlandse projecten		
P-bank (Duitsland)	Fosfaat uit urine terugwinnen met behulp van een mobiele installatie die de zichtbaarheid en acceptatie van meststoffen uit urine bevordert.	https://www.p-bank.info/

Rich Earth Institute (America)	Het verzamelen en pasteuriseren (UV/verhitten) van menselijke urine, het informeren hierover en het afzetten van de geïsoniseerde urine.	https://ricearthinstitute.org/about-us/contact/
Vuna (Duitsland)	Een mobiele zuiveringstechnologie, door middel van nitrificatie, actief kool en indampen, om een geconcentreerde meststof terug te winnen uit urine. Er wordt een meststof geproduceerd die in Duitsland mag worden toegepast.	https://vuna.ch/

EU-projecten

Newbies	Het terugwinnen van stikstof uit urine door middel van de innovatieve technieken elektrodialyse in combinatie met membranen en strippen.	https://newbies.eu/
Rewaise / SLU	Een project waarbij het water ecosystem centraal staat. Een onderdeel van het project is een toilet ontwikkelen waarbij een alkalisch drogingsproces is ingebouwd om een droge meststof uit urine te produceren.	http://rewaise.eu/2022/03/17/the-urine-revolution-how-recycling-pee-could-help-to-save-the-world/
ValueFromUrine	Onderzoeksproject dat zich focust op het terugwinnen van nutriënten en energie uit urine.	http://www.valuefromurine.eu/

Bijlage 2 Mogelijke verwerkingsroutes

De interviews, beschikbare kennis van LeAF en de geïdentificeerde initiatieven op GFTe en urine verwerking en verwaarding geven een goed beeld van de mogelijke verwerkingsroutes die er zijn voor deze afvalstromen. In deze bijlage worden de geïdentificeerde mogelijke verwerkingsroutes beknopt beschreven.

De mogelijke verwerkingsroutes zijn onder te verdelen in verschillende categorieën. Zo zijn er routes die wettelijk zijn toegestaan en andere niet. In Tabel 0-1 is een samenvatting van de mogelijke verwerkingsroutes gegeven met deze onderverdeling. In de tabel gaat het bij het product en de toepassing om het meest hoogwaardige product. Er kunnen altijd nog bijproducten worden geproduceerd met een lagere waarde op de 'Ladder van Moerman', die niet in de tabel worden genoemd. Voor de haalbaarheid van een specifieke route is het wel van belang om te weten of de bijproducten van waarde zijn. Dit wordt in de beschrijving van de verwerkingsroutes aangegeven.

In verschillende verwerkingsroutes worden kunstmestvervangende meststoffen geproduceerd. Deze worden hoogwaardiger geacht dan de productie van compost plus energie, en dan alleen compost (respectievelijk nummers 5 en 6 op de Ladder van Moerman). In de akkerbouw worden organische meststoffen zoals dierlijke mest en compost gebruikt. Deze bevatten echter niet altijd de juiste hoeveelheden/verhoudingen aan nutriënten (stikstof, fosfaat, kalium en andere elementen). De door een specifiek gewas vereiste hoeveelheden meststoffen worden daarom door de boer aangevuld met kunstmestproducten. Kunstmestvervangers zijn qua samenstelling en toepassingsmogelijkheden vergelijkbaar met kunstmest en daarom in deze analyse gerekend onder chemische industrie op de Ladder van Moerman.

Tabel 0-1 Een overzicht van de mogelijke verwerkingsroutes van GFTe en urine, geordend op TRL en wettelijke mogelijkheden. Met groen is aangegeven of de toepassing van de verwerkingsroute ten behoeve van de voedselketen is.

TRL	Juridisch mogelijk	(mogelijke) Input	Verwerking	Product (voorbeeld)	Toepassing	Hoogwaardigheid**	
8-9	Ja	GFTe, GFe, digestaat en dikke fractie	Compostering	Compost	Meststof	6 composteren	
		GFe	Pyrolyse	Biochar	Bodemverbeteraar	7 verbranden	
		Urine	Nutriënten terugwinnen	Kunstmest	Kunstmestvervanger	4 chemische industrie	
	Binnen afzienbare tijd***	GFe	Digestaat	Vergisting	Digestaat	Meststof	5 vergisting
				Dik-dun scheiding met nutriënt terugwinning op vloeistof en compostering van dikke fractie	Kunstmest en compost	Meststof	4 chemische industrie
		Nee	GFe	Fermentatie	Vetzuren	Diervoeding	3 diervoeding
				Kweek	Insecteneiwit	Diervoeding	3 diervoeding
	≤7	Ja	GFTe en GFe	Desinfecteren	Gehygiëniseerde urine	Kunstmestvervanger*	4 chemische industrie
				Fermentatie	Bioplastic (PHA en PLA)	Plastic industrie*	4 chemische industrie
				Alkalisch drogen	Kunstmest	Kunstmestvervanger*	4 chemische industrie
Nee		GFe	Urine	Omgekeerde osmose	Geconcentreerde urine	Kunstmestvervanger*	4 chemische industrie
				Hydrothermische liquificatie	Ruwe olie	Olie raffinaderij	4 chemische industrie
		GFe	Biogas	Superkritisch vergassen	Nutriënten en biogas	Meststof en brandstof	4 chemische industrie en 7 verbranden
				Fermentatie en extractie	(mono-) Vetzuren, suikers, pigment, biopesticide, etc.	Chemische industrie*	4 chemische industrie
Nee		Biogas	Fermentatie	Ectoïne (cosmetisch product)	Chemische industrie*	4 chemische industrie	
				Eiwitten	(dier)voeding*	3 diervoeding	

* Einde-afvalstatus nodig.

** Ladder van Moerman: 1 preventie, 2 humane voeding, 3 diervoeding, 4 chemische industrie, 5 energie en meststof door vergisten, 6 meststof door composteren, 7 verbranden, 8 storten. In deze studie delen we kunstmestvervanger in onder trap 4.

*** Er is momenteel op EU niveau een discussie over het toekennen van een "eindpunt dierlijke bijproducten" voor o.a. verschillende meststoffen. Het is niet met zekerheid te zeggen of dit zal worden toegekend aan het product.

B2.1 GFTe

De eigenschappen van het ingezamelde materiaal hebben invloed op welke verwerkingsmogelijkheden er mogelijk interessant zijn. De zuiverheid is van belang, bijvoorbeeld of er plastic in zit en hoeveel, maar ook de samenstelling waaronder het watergehalte, het vetgehalte en de gehalten aan nutriënten zoals fosfaat. De gebruikte inzamelingsmethode en het gedrag van de gebruikers hebben invloed op de hoeveelheid en de eigenschappen van het materiaal en daarmee de haalbaarheid van de verwerkingsroute. Voor de verwerkingsroutes die in dit hoofdstuk worden genoemd is uitgegaan van via de huidige methodes ingezameld GF(T)e van voldoende goede kwaliteit²⁴. Een goede kwaliteit materiaal is echter niet vanzelfsprekend, zoals in Hoofdstuk 5 verder wordt toegelicht.

Composteren

Ingezameld GFT, GFe en swill worden momenteel in Nederland door verschillende verwerkers centraal behandeld door middel van grootschalige compostering. Bij compostering wordt onder specifieke omstandigheden (aerob, temperatuur oplopend tot 50°C) het organisch materiaal stabiel en veilig gemaakt voor toepassing op het land. Een deel van het GFT, GFe en Swill wordt eerst vergist en daarna samen met vers materiaal nagecomposteerd. Voor een succesvolle compostering met warmteontwikkeling is alleen digestaat niet geschikt, omdat dit weinig tot geen eenvoudig afbreekbaar materiaal bevat en de structuur niet open genoeg is.

Compost is een waardevol materiaal dat door veel boeren in Nederland wordt toegepast. Het zorgt ervoor dat de nutriënten en een deel van het organische materiaal uit GFTe, GFe en swill terug in de bodem komen. Agrariërs kunnen maar een maximale hoeveelheid compost op hun land brengen. Dit wordt beperkt door de stikstof en fosfaatnormen²⁵.

Vervanging van veen door compost in potgrond, tuinturf en substraten voor de tuinbouw staat ook in de belangstelling. Veen (turf) is namelijk een niet-hernieuwbare grondstof die uit het buitenland geïmporteerd wordt, waarvoor veengronden afgegraven worden. De veengronden gaan verloren, en er komt veel CO₂ vrij. In een project uitgevoerd door Attero is een compost ontwikkeld dat veen voor een deel kan vervangen²⁶. Meer onderzoek en ontwikkelingen op dit gebied zijn nodig²⁷.

Composteren staat qua hoogwaardigheid op plaats 6 op de ladder van Moerman.

Vergisten

Zoals kort vermeld onder 'Compostering' wordt een deel van het ingezamelde GFe en swill in Nederland door verschillende verwerkers centraal behandeld door middel van grootschalige vergisting. Bij vergisting wordt de afbreekbare organische stof uit het afval omgezet in biogas en het overgebleven digestaat wordt, in combinatie met verse reststromen (GFT), omgezet tot compost (zie

²⁴ Er zijn momenteel ontwikkelingen in de wijze van inzamelen van GFe, waaronder testen met het gebruik van voedselrestenvermalers. De meeste van de genoemde verwerkingsmethoden zouden ook met (ontwaterd) vermalen GFe toegepast kunnen worden. In dit rapport wordt niet per verwerkingsoptie aangegeven of zij geschikt zijn voor met andere technieken ingezameld GF(T)e.

²⁵ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest/gebruiken-en-uitrijden>

²⁶ Jaarverslag MIA en Vamil 2017, dinsdag 10 juli 2018. Praktijkverhalen 'Substraatcompost verduurzaamt potgrond'. <https://www.rvomagazines.nl/miavamil/2018/01/praktijkverhalen-attero>

²⁷ 'Toekomst substraat en potgrond in Nederland: minder veen en alleen RPP', 2 december 2021. Glastuinbouw Nederland. <https://www.groentennieuws.nl/article/9379380/toekomst-substraat-en-potgrond-in-nederland-minder-veen-en-alleen-rpp/>

hierboven). Het voordeel van vergisting is dat naast compost ook nuttige brandstof wordt geproduceerd. Ook kan met de combinatie van vergisten en composteren per deelstroom bepaald worden welke verwerkingsroute gevolgd wordt. Natte stromen zijn niet zo geschikt om te composteren, maar wel om te vergisten. Drogere (tuin)fracties zijn juist niet zo goed te vergisten en onmisbaar in de compostering.

Vanaf juli 2022 zal het onder de nieuwe EU meststoffenverordening mogelijk zijn om het digestaat direct toe te passen als bemestingsproduct (zie §4.6). Hiervoor gelden wel specifieke eisen voor het vergistingsproces en het geproduceerde bemestingsproduct.

Vergisten staat qua hoogwaardigheid op plaats 5 op de ladder van Moerman.

Digestaat scheiden en vloeibare en vaste fractie apart verwerken

Het is mogelijk om digestaat (de uitgaande stroom van een biogasinstallatie) te scheiden in een vloeibare en een vaste fractie. De vloeibare fractie bevat een groot deel van de nutriënten, de vaste fractie bevat het stabiele vaste organische materiaal. De nutriënten kunnen uit de vloeibare fractie worden teruggewonnen door middel van conventionele technieken zoals ammoniumstrippen en fosfaatprecipitatie, maar ook met innovatieve technieken zoals elektrodialyse of osmosetechnieken²⁸. Hiermee kunnen kunstmestvervangers zoals ammoniumsulfaat en struviet worden geproduceerd. De vaste fractie kan worden gecomposteerd, wat ook een waardevol product oplevert.

Boeren hebben een maximale hoeveelheid mest en compost die ze op het land mogen aanbrengen. Een eventueel gebrek aan specifieke meststoffen kunnen ze aanvullen met kunstmest. Door nutriënten en compost gescheiden terug te winnen, wordt de toepassing van de producten uit GF(T)e flexibeler.

In de wijk Oceanhamnen in Helsingborg²⁹ is recent een dergelijk systeem opgestart. Hier wordt vermalen keukenafval apart ingezameld en vergist. Het vloeibare digestaat wordt gemengd met de waterfractie van vergist toiletafvalwater. Uit het mengsel wordt eerst struviet gewonnen, en daarna wordt ammonium gestript voor de productie van ammoniumsulfaat. Het effluent van de stripper wordt biologisch verder gezuiverd, samen met het overige afvalwater uit de huishoudens. Uit het vaste digestaat, struviet en ammoniumsulfaat worden samengestelde mestkorrels geproduceerd voor afzet aan de landbouwers in de regio. Deze mestkorrels worden gemengd in een verhouding die is afgestemd op de behoefte van de boer. In Zweden is er speciale wetgeving waarmee meststoffen uit brongescheiden GF(T)e en toiletafvalwater gecertificeerd kunnen worden.

Deze verwerkingsroute wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 4 op de ladder van Moerman.

Alternatieve verbrandingsprocessen

Er zijn verschillende processen waarbij organisch afval onder hoge druk en/of hoge temperatuur verwerkt wordt. Afhankelijk van de druk, temperatuur, aanwezigheid van water en andere factoren kunnen er verschillende eindproducten worden geproduceerd. De eindproducten bestaan altijd uit een gasfase, een waterfase (met daarin de nutriënten), een vaste fase (koolachtig) en een oliefase. De samenstelling van de eindproducten verschilt. Pyrolyse, hydrothermale liquefactie en superkritisch vergassen zijn voorbeelden van dit soort methoden.

²⁸ aneckhaute, C., et al., *Nutrient Recovery from Digestate: Systematic Technology Review and Product Classification*. Waste and Biomass Valorization, 2017. **8**(1): p. 21-40. DOI: 10.1007/s12649-016-9642-x.

²⁹ Zie <https://run4life-project.eu/demosites/helsingborg-se/> voor meer informatie over het systeem in Oceanhamnen

Het nadeel van deze processen is dat ze veel energie kosten. Wel worden door de hoge temperaturen de pathogenen afgedood en de organische verontreinigingen afgebroken. Dit heeft als voordeel dat de producten die gevormd worden minder afhankelijk zijn van de kwaliteit van het ingezamelde GFTe. Een aantal van de processen behoeft nog technologische ontwikkelingen voordat ze kunnen worden toegepast. Daarnaast is het de vraag hoeveel van de producten terug gebracht kunnen worden in de voedselkringloop. Er wordt momenteel op EU-niveau beslist m.b.t. het onder bepaalde voorwaarden toestaan van o.a. biochar in de landbouw³⁰.

Deze verwerkingsroutes zijn juridisch mogelijk en worden qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 7 op de ladder van Moerman.

Pyrolyse

Pyrolyse is het proces waarbij droog organisch afval onder zuurstof gelimiteerde condities wordt verbrand bij een temperatuur van ongeveer 500°C. De eindproducten zijn syngas, pyrolyseolie en biochar³¹. Daarnaast wordt er een afvalwater geproduceerd, dat veel van de nutriënten van het uitgangsmateriaal bevat (GFTe in dit geval). Het toepassen van pyrolyse op etensresten en het terugwinnen van de nutriënten uit dit afvalwater wordt nog weinig toegepast³².

Hydrothermale liquefactie

Hydrothermale liquefactie is een proces waarbij onder hoge druk (vanaf 100bar) en hoge temperatuur (ongeveer 300°C) organisch materiaal wordt afgebroken. De producten die hierbij worden geproduceerd zijn biochar, ruwe olie, gas en water. Met name de ruwe olie wordt gezien als een hoogwaardig product omdat dit fossiele brandstof kan vervangen³³. De valorisatie van het de nutriënten in het water is nog in ontwikkeling³⁴.

Superkritisch vergassen

Superkritisch vergassen is een innovatieve verwerkingsmethode voor waterige organische reststromen. Er wordt gebruik gemaakt van hoge druk (250-300bar) en hoge temperatuur (>400°C) om het superkritische punt van water te bereiken, waarbij het organische materiaal wordt afgebroken. Hierdoor ontstaat een gasmengsel met onder andere methaan en waterstof. De in de organische reststroom aanwezige mineralen en zouten kristalliseren en kunnen ook teruggewonnen worden. De overblijvende waterfractie is van goede kwaliteit en voldoet aan de eisen voor lozing op oppervlaktewater. Superkritisch vergassen is op grote schaal een effectieve manier om energie terug te winnen³⁵. De toepassing van de mineralenfractie is nog in ontwikkeling³⁶. Op dit moment worden er dus nog geen producten ten behoeve van de voedselkringloop geproduceerd.

³⁰ <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12136-Bemestingsproducten-via-pyrolyse-en-vergassing-verkregen-materialen-nl>

³¹ Bier, H. et al., 'Biochar-based carbon sinks to mitigate climate change' 2020. *European Biochar Industry Consortium – Whitepaper*.

³² Samar Elkhalfi, S., et al., 2019. Food waste to biochars through pyrolysis: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 144, 310-320. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.024>

³³ Marzbali, M., et al., 2021. Wet organic waste treatment via hydrothermal processing: A critical review. *Chemosphere* 279. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130557>

³⁴ Ovsyannikova, E., et al., 2021. Valorization of byproducts from hydrothermal liquefaction of Sewage Sludge and Manure: the development of a struvite-producing unit for nutrient recovery. *Energy & Fuels* 35 (11), 9408-9423. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.1c00561>

³⁵ Trijbels, R., et al., 2018. Supersludge; Demonstratie van zuiveringsslib in superkritisch water. STOWA-rapport 2018-33.

Het bedrijf SCW systems heeft een demonstratie installatie gebouwd in Alkmaar. In een ander project van LeAF zijn zij benaderd over de mogelijkheid van het verwerken van gemalen GFe via superkritisch vergassen³⁶. SCW systems heeft toen aangegeven dat GFe-slurry verwerkt kan worden. Belangrijke aandachtspunten voor deze verwerkingsoptie zijn dat de afvalstroom verpompbaar moet zijn en dat het pas interessant is bij grotere volumes (meerdere m³ per dag). GFe zou eventueel kunnen worden toegevoegd aan andere reststromen. Dan is het mengsel wel bepalend voor hoe de producten gebruikt zouden kunnen worden.

Insecten kweken

De laatste jaren staat de productie van insecten voor dierlijke en humane consumptie steeds meer in de belangstelling. Ten opzichte van andere dierlijke eiwitten is de productie van insecteneiwit duurzamer: er is relatief minder voer nodig en de broeikasgasemissies zijn lager. Insecten kunnen op meerdere soorten organische reststromen groeien, waardoor deze hoogwaardiger benut kunnen worden dan via alleen de productie van biogas en/of compost³⁷. De Nederlandse insectensector maakt momenteel alleen gebruik van specifieke “schone” organische reststromen, omdat het volgens de huidige wet- en regelgeving niet is toegestaan om insecten voor dierlijke of menselijke voeding te kweken op afvalstromen (zie §4.6). De reststromen die als insectenvoeding gebruikt mogen worden zijn relatief duur, wat een van de factoren is waardoor de kosten van insectenkweek nu nog relatief hoog zijn³⁸. Het substraat waarin de insectenlarven hebben geleefd zou gebruikt kunnen worden als meststof.

Een van de insectenkwekers die zwarte soldaatvliegen kweekt, Protix, is in een eerder project van LeAF geïnterviewd om de mogelijkheden van de verwerking van vermalen GFe door insecten te bespreken³⁶. Protix stelt dat GFe in principe gebruikt kan worden om zwarte soldaatvliegen op te kweken. Dit is gebaseerd op eerdere testen waarbij zwarte soldaatvliegen op voedselresten zijn gekweekt. Echter is naast de huidige wet- en regelgeving ook de kwaliteit van het GFe nog een aandachtspunt. De kwaliteit van insectenproducten moet nog steeds gegarandeerd kunnen worden om deze te kunnen verkopen. Hiervoor moet bijvoorbeeld de concentratie van verschillende chemicaliën onder bepaalde grenzen blijven. Ook geeft Protix aan geïnteresseerd te zijn in het testen van het GFe materiaal uit een pilot en dat het interessant zou zijn om dan ook te kijken naar de consumentenperceptie hiervan. De wet- en regelgeving blijft voorlopig wel een knelpunt. Protix hoopt dat met strenge eisen aan de voorkant hier mogelijk een verandering in kan komen binnen 5-10 jaar³⁶.

Deze verwerkingsroute is nog niet juridisch mogelijk en wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 3 op de ladder van Moerman.

Extractie

Het is technisch mogelijk om direct uit GFTe waardevolle stoffen te extraheren zoals vezels, eiwitten, suikers (pectine), oliën etc. Dit wordt met name toegepast bij voedselresten uit de industrie omdat de concentraties van deze stoffen daar vaak hoger zijn³⁹. Zo zit er in appelschillen veel pectine, echter is de concentratie van appelschillen in GFTe veel lager dan in bijvoorbeeld het afval van een

³⁶ Bisschops, I., et al., Uitgangspunten en randvoorwaarden voor toepassing van voedselresten-vermalers in hoogbouw, voor effectieve inzameling en hoogwaardige verwerking. 2020 LeAF-Bv, in opdracht van gemeente Amsterdam, Rotterdam, Utrecht en Den Haag.

³⁷ Venik and WUR, *Sectorplan: Agenda ontwikkeling en innovatie in de Nederlandse insectenketen*. 2020.

³⁸ Verwer, C. and M. Peters, *Insectenproductie in het veenweidegebied - Lokale circulaire kansen*. 2017, Louis Bolk Instituut.

³⁹ Baiano, A., 2014. Recovery of Biomolecules from Food Wastes — A Review. *Molecules* 19(9): 14821-14842. <https://doi.org/10.3390/molecules190914821>

appelmoesproducent. Deze techniek wordt mogelijk interessant als de technologieën hiervoor goedkoop zijn of het product van erg hoge waarde is.

Deze verwerkingsroute is juridisch mogelijk (mits einde afvalstatus wordt verleend) en wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 4 op de ladder van Moerman.

Fermentatie van GFe

Organisch materiaal kan door micro-organismen worden omgezet in allerlei chemicaliën zoals ethanol, suiker en PHA. Dit gebeurt meestal door middel van fermentatie. Welke producten worden gevormd is afhankelijk van het uitgangsmateriaal, de organismen die gebruikt worden en de specifieke procescondities.

Na de fermentatie wordt het product teruggewonnen en blijft er een fermentaat over dat verder vergist kan worden tot biogas. Het digestaat, of alleen de vaste fractie er van, wordt dan uiteindelijk gecomposteerd. Zo is er een cascadering van producten mogelijk.

Deze verwerkingsroute is juridisch mogelijk (mits einde afvalstatus wordt verleend) en wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 4 op de ladder van Moerman.

Vetzuren

Een van de producten die door middel van fermentatie gemaakt kunnen worden zijn vetzuren. De fermentatie tot vetzuren is efficiënter als de organische reststroom van hoge energetische waarde is zoals bij GFe. Meestal wordt een mix van vetzuren geproduceerd, of wordt er gestuurd op een bepaald type. Ketenverlenging is ook mogelijk, hierbij worden 'kortere' vetzuurmoleculen verlengd tot specifieke langere moleculen. Vetzuren kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt in de productie van diervoeding, maar ook in schoonmaakmiddelen, als conserveermiddel en voor andere voedingstoepassingen. De uitgangsmaterialen en de gebruikte processen bepalen in welke sector de producten als ingrediënt zijn toegestaan.

Het bedrijf Chaincraft heeft een proces ontwikkeld waarbij middellange vetzuurketens geproduceerd worden uit 'schone' organische reststromen. De anaerobe reststroom wordt door een centrale vergister en composteerder verwerkt tot biogas en compost. Momenteel worden de middellange vetzuurketens van Chaincraft gebruikt als toevoeging in diervoeding ter vervanging van de antibiotische groeipromotor. Ook zijn universiteiten en er andere bedrijven (o.a. Renewi) momenteel bezig met onderzoek naar vetzuurproductie uit GF(T)e.

De juridische haalbaarheid van deze verwerkingsroute is afhankelijk van de toepassing. Bij toepassing in de chemische industrie is dit juridisch mogelijk (mits einde afvalstatus wordt verleend) en wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 4 op de ladder van Moerman. Bij toepassing voor diervoeding is dit juridisch nog niet mogelijk en wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 3 op de ladder van Moerman.

Bioplastics

Door middel van een aanvullend fermentatieproces kunnen vetzuren gebruikt worden om bioplastic te maken. Dit zou in principe ook met GFe als grondstof kunnen worden gedaan. Renewi is momenteel bezig met onderzoek naar bioplastic uit GFTe.

Deze verwerkingsroute is juridisch mogelijk (mits einde afvalstatus wordt verleend) en wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 4 op de ladder van Moerman.

Andere hoogwaardige producten

Naast de al genoemde opties zijn er nog meer mogelijkheden voor fermentatieproducten. Er wordt in verschillende projecten onderzoek gedaan naar het produceren van o.a. biopesticiden, weekmakers en enzymen. Hierbij zijn nog technologische uitdagingen die overwonnen moeten worden, evenals beperkingen vanuit de wet- en regelgeving op verschillende gebieden. Het is wel interessant om deze ontwikkelingen in de gaten te houden voor de toekomst.

Deze verwerkingsroute is juridisch mogelijk (mits einde afvalstatus wordt verleend) en wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 4 op de ladder van Moerman, afhankelijk van de toepassing.

Fermentatie op biogas van vergisting op GFTe

Het is mogelijk om bacteriën te laten groeien op biogas. Dit is een fermentatieproces waarbij de bacteriën het methaan gebruiken als voeding en omzetten tot producten. Door de fasescheiding in het proces (van vloeistof naar gas) is er een veel kleinere kans dat pathogenen en andere verontreinigingen in het uiteindelijke product terecht komen. Hierdoor is dit mogelijk een veiligere manier voor de hoogwaardige verwaarding van GFTe. Er kunnen verschillende bacteriën groeien op methaan en daardoor zijn er ook verschillende producten mogelijk. Een aantal mogelijkheden die bijvoorbeeld in de literatuur naar voren komen zijn het produceren van eiwitten voor humane of dierlijke consumptie⁴⁰ en ectoine, een molecuul dat in cosmetische producten kan worden gebruikt (zie Bijlage 1.1). Deze route heeft nog zowel technologische uitdagingen als beperkingen vanuit de wet- en regelgeving, maar kan in de toekomst wel interessant worden.

Deze verwerkingsroute is juridisch mogelijk (mits einde afvalstatus wordt verleend) en wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 4 op de ladder van Moerman, afhankelijk van de toepassing.

B2.2. Urine

Net als bij GFe heeft ook bij urine de kwaliteit van het ingezamelde materiaal invloed op de toepassing. De vervuiling is van belang, maar ook de samenstelling. Verdunde urine is bijvoorbeeld minder interessant dan onverdunde urine, en de ingezamelde urine van plaskruizen bevat relatief veel verontreinigingen vergeleken met een watervrij urinoir in een restaurant. De verwerkingsroutes die geïdentificeerd zijn, zijn mogelijk met verdunde en onverdunde schone urine. Er is meestal nog een eerste scheidingsstap nodig als bijvoorbeeld urine van plaskruizen wordt ingezameld om vast afval zoals sigarettenpeuken te verwijderen. Hygiëniseren, en waarschijnlijk ook de verwijdering van microverontreinigingen, zijn nodig voordat urine veilig toegepast kan worden.

Hygiëniseren

Er bestaan verschillende technologieën om urine te hygiëniseren. Voorbeelden van technieken die worden toegepast zijn UV, pasteurisatie en ozon. Het nadeel van deze verwerkingsroute is dat de urine voor een meststof nog vrij verdund is. Dit betekent dat veel water wordt getransporteerd. Er is ontheffing van de wet nodig om gehygiëniseerde urine toe te mogen passen.

⁴⁰ Salehi, R. and Chaiprapat, S. 2021. Conversion of biogas from anaerobic digestion to single cell protein and bio-methanol: mechanism, microorganisms and key factors - A review. *Environmental Engineering Research*, 2022;27(4): 210109 :210109-0. <https://doi.org/10.4491/eer.2021.109>

Deze verwerkingsroute is juridisch niet mogelijk en wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 4 op de ladder van Moerman.

Meststoffen terugwinnen - stikstof en fosfaat

Het is mogelijk om de meststoffen uit urine terug te winnen. Dit kan met behulp van verschillende technologieën. De technologieën die commercieel beschikbaar zijn en in een aantal projecten al zijn toegepast zijn struvietprecipitatie voor fosfaatterugwinning en stikstofstrippen voor stikstofterugwinning. Het strippen van stikstof wordt met name voor mest toegepast. De meststoffen die worden teruggewonnen (struviet en ammoniumsulfaat) zijn wettelijk toegestaan om te gebruiken als meststof. Struviet valt onder de categorie 'herwonnen fosfaten' opgenomen in de uitvoeringsregeling meststoffenwet⁴¹ en ammoniumsulfaat staat genoemd in Bijlage Aa van de uitvoeringsregeling meststoffenwet.⁴²

GMB heeft deze technologieën in een pilot gedemonstreerd, de SaNiPhos⁴³. Er zijn ook andere initiatieven waarbij alleen struvietprecipitatie wordt toegepast, onder andere de P-bank⁴⁴. Van de SaNiPhos is bekend dat deze niet financieel rendabel was (zie ook Bijlage 3.2). De installatie werkte technisch goed, maar de onderhouds- en investeringskosten konden niet uit. Er zijn dus nog ontwikkelingen nodig om deze techniek financieel rendabel te maken.

Deze verwerkingsroute is juridisch mogelijk (mits einde afvalstatus word behaald) en wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 4 op de ladder van Moerman.

Meststoffen terugwinnen - stikstof d.m.v. biobrandstofcel

Naast ammoniumstrippen is er ook een meer innovatieve technologie in ontwikkeling om stikstof uit urine terug te winnen, de biobrandstofcel gebaseerd op elektrolyse in combinatie met membranen. Deze techniek is veelbelovend voor het verminderen van de benodigde energie voor stikstofverwijdering ten opzichte van strippen en van de conventionele technieken die momenteel op de rwzi's gebruikt worden. De stikstof wordt teruggewonnen als de meststof ammoniumsulfaat, maar zou ook toegepast kunnen worden om ammoniumnitraat terug te winnen.

De technologie wordt o.a. ontwikkeld in de EU projecten Newbies en Run4Life. Er is in 2020 in Nederland een pilot gedraaid van 1 m³/dag waarin is laten zien dat terugwinning van vloeibare ammoniumsulfaat met deze technologie mogelijk is. Voordat deze technologie op grote schaal kan worden toegepast zijn meer ontwikkeling en ervaring nodig.

Deze verwerkingsroute is juridisch mogelijk (mits einde afvalstatus word behaald) en wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 4 op de ladder van Moerman.

Urine concentreren - (chemisch) drogen

Urine bestaat voor 95% uit water, dus door urine te drogen worden de transportkosten en de uitstoot van het vervoer sterk verlaagd. Er zijn verschillende manieren om urine te drogen. Dit kan centraal maar er zijn ook ontwikkelingen waarbij dit direct in het toilet al gebeurt. Het voordeel van direct in het toilet drogen, is dat er geen aparte infrastructuur nodig is.

⁴¹ Factsheet 'Hoe zit het met struviet en de wet?' versie 3, 27 oktober 2017. Door het Nutrientplatform Nederland en de Energie en grondstoffen Fabriek.
https://www.efgf.nl/uploads/editor/20171027_Factsheet_Hoe_zit_het_met_struviet_en_de_wet.pdf

⁴² <https://wetten.overheid.nl/BWBR0018989/2022-01-01#BijlageAa> bezocht op 30-03-2022.

⁴³ <https://www.nutrientplatform.org/succesverhalen/gmb/> bezocht op 15-03-2022.

⁴⁴ <https://www.p-bank.info/> bezocht op 18-03-2022.

De stikstof die in urine aanwezig is kan snel verdampen als ammoniak, maar door chemicaliën toe te voegen en daarmee de pH omhoog te brengen, blijft de stikstof in de oplossing. Na het toepassen van een drogingsproces blijft er een droge meststof over, die hoge concentraties stikstof (20%), fosfaat (2%) en kalium (5%) bevat. Nadelen zijn het chemicaliënverbruik en energieverbruik en ook zijn er nog zorgen over microverontreinigingen in het product.

De techniek wordt nog niet veel toegepast maar is wel in ontwikkeling. In het EU project Rewaise is een toilet ontwikkeld waar direct in het toiletsysteem een alkalisch drogingsproces wordt toegepast. Dit toilet is op een aantal pilotlocaties geplaatst. Daarnaast wordt centrale droging in Gotland, Sweden toegepast.⁴⁵

Deze verwerkingsroute is juridisch niet mogelijk en wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 4 op de ladder van Moerman.

Urine concentreren - omgekeerde osmose

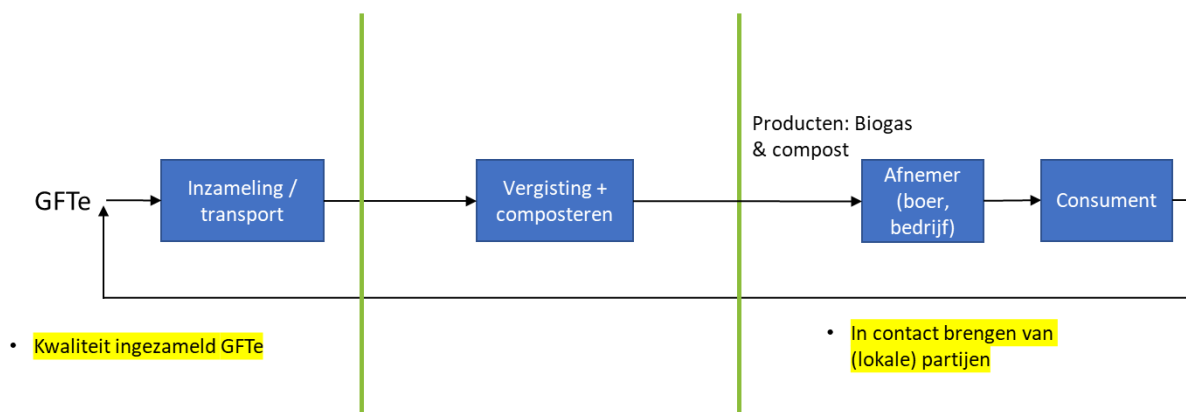
Een andere technologie om water van de nutriënten in urine te scheiden is omgekeerde osmose. Deze techniek wordt veel gebruikt in drinkwaterproductie. Het is een membraantechniek waarbij door middel van druk op het membraan water gedemineraliseerd wordt. Hierdoor ontstaat aan de ene kant een water van erg schone kwaliteit en blijft aan de andere kant een hoog geconcentreerde fractie over, in dit geval geconcentreerde urine. De geconcentreerde urine heeft een hoog nutriëntgehalte en kan mogelijk als kunstmestvervanger dienen. Het nadeel is wel een hoog energieverbruik.

Het bedrijf Semilla Sanitation ontwikkelt deze techniek voor urineverwerking, en is geïnteresseerd in het opzetten van een pilot om de urine van Amsterdam te verwerken. Wet- en regelgeving staan momenteel nog niet toe dat het product gebruikt wordt.

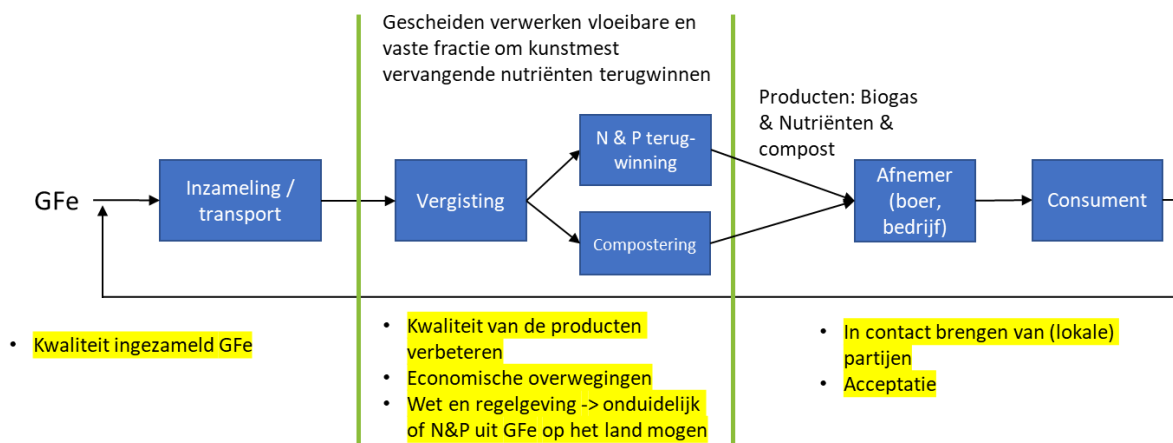
Deze verwerkingsroute is juridisch niet mogelijk en wordt qua hoogwaardigheid ingeschat op plaats 4 op de ladder van Moerman.

⁴⁵ The disruptive opportunity for mainstreaming urine recycling, February 8, 2022. The Source.

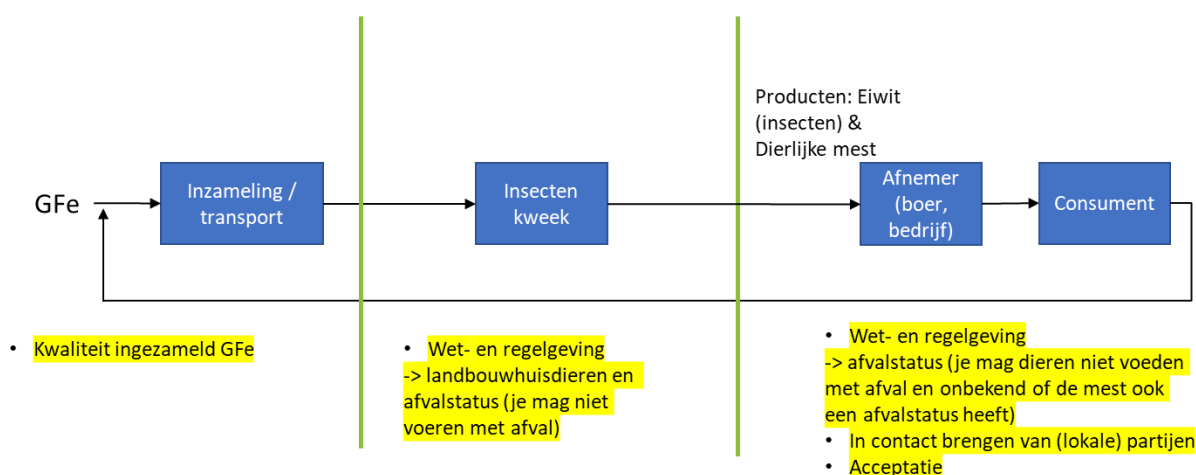
Bijlage 3 – knelpunten per verwerkingsroute



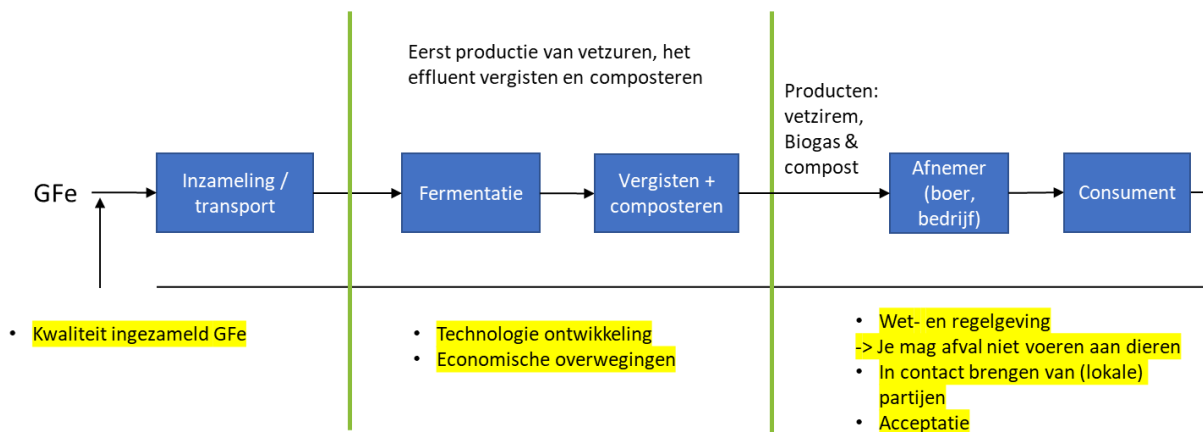
Figuur 0-1 Bestaande route. In geel zijn de knelpunten aangegeven.



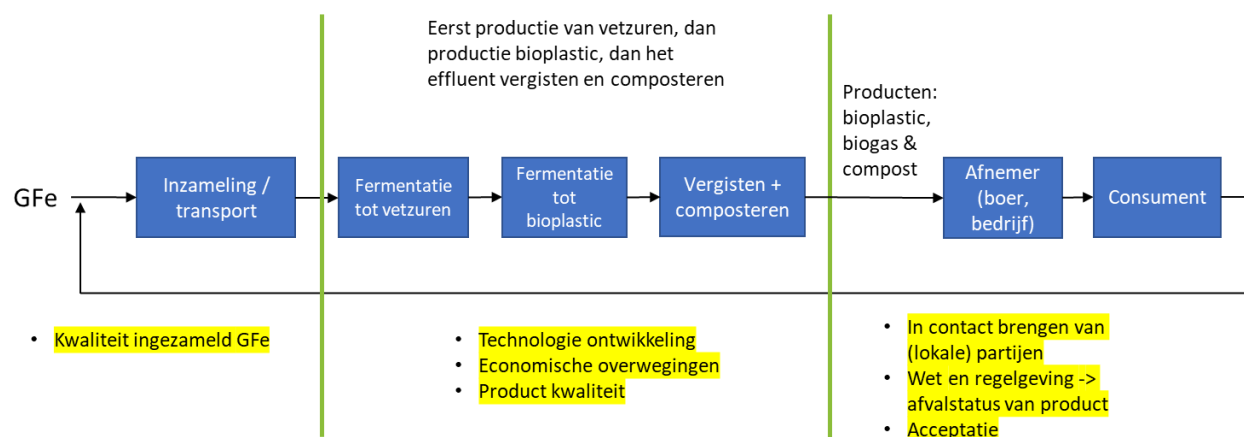
Figuur 0-2 Digestaat scheiden. In geel zijn de knelpunten aangegeven.



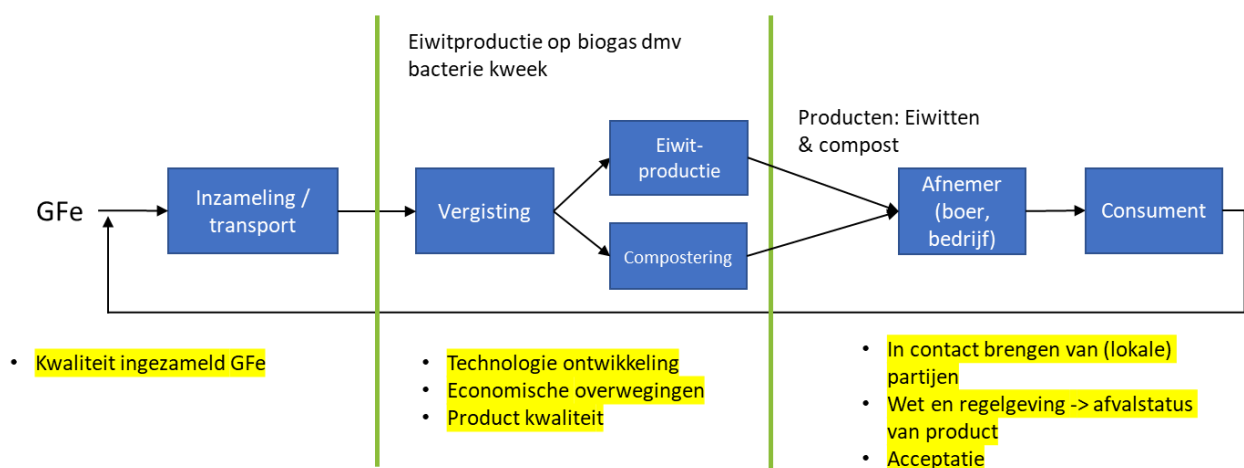
Figuur 0-3 Insectenkweek. In geel zijn de knelpunten aangegeven.



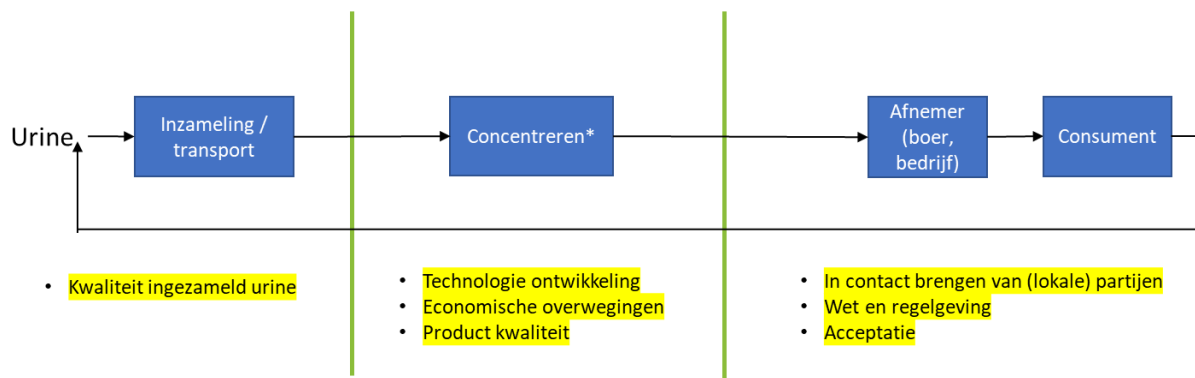
Figuur 0-4 Vetzuren productie. In geel zijn de knelpunten aangegeven.



Figuur 0-5 Bioplastic productie. In geel zijn de knelpunten aangegeven.

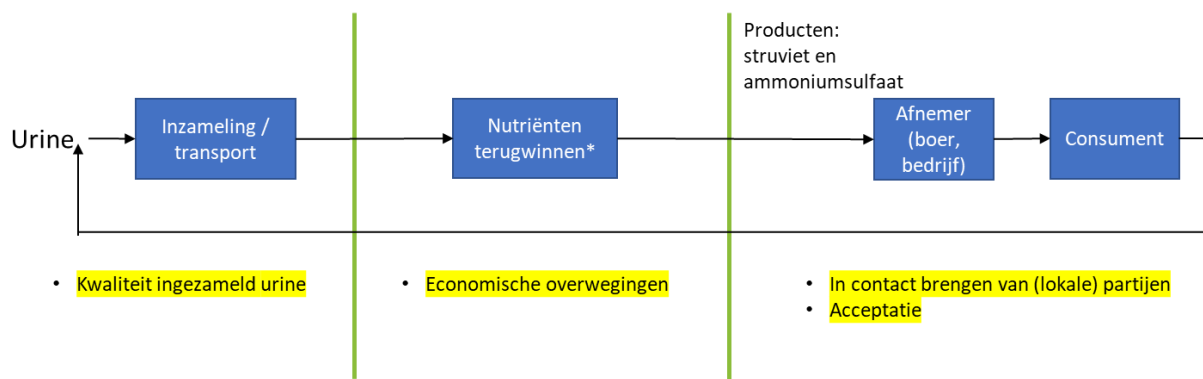


Figuur 0-6 Eiwit productie op biogas geproduceerd uit GFe. In geel zijn de knelpunten aangegeven.



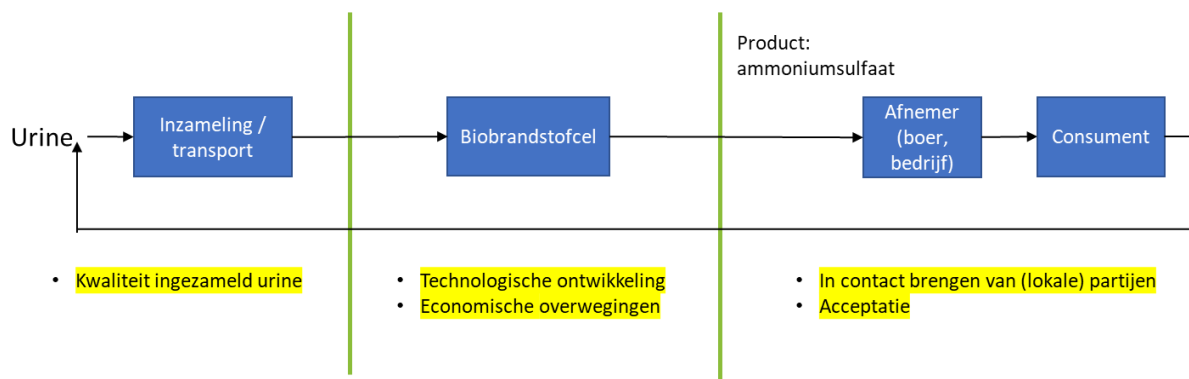
* Is mogelijk met behulp van verschillende technologieën. De in dit project geïdentificeerde kansrijke technologieën hiervoor zijn alkalisch drogen en omgekeerde osmose.

Figuur 0-7 Geconcentreerde meststof uit urine, door middel van alkalisch drogen of omgekeerde osmose. In geel zijn de knelpunten aangegeven.



* Is mogelijk met behulp van verschillende technologieën. De in dit project geïdentificeerde bestaande technologieën hiervoor zijn struvietprecipitatie voor fosfaat teruggewinning en stikstofstrippen voor stikstof teruggewinning.

Figuur 0-8 Meststoffen struviet en ammoniumsulfaat uit urine. In geel zijn de knelpunten aangegeven.



Figuur 0-9 Innovatieve route tot meststof ammoniumsulfaat uit urine. In geel zijn de knelpunten aangegeven.

Bijlage 4 - Gespreksverslagen

In deze bijlage staan de gespreksverslagen die door de geïnterviewden zijn gelezen en goedgekeurd.

B4.1 Semilla

22 November 2021 Interview – Peter Scheer, Semilla – Urineverwerking

Ondanks herhaalde herinneringen is er geen reactie gekomen op het gespreksverslag. Het gespreksverslag is om deze reden niet opgenomen in dit rapport.

B4.2 GMB

19 november 2021 Interview – Martin Wilschut, GMB - Urineverwerking

Introductie GMB

GMB is een familiebedrijf, 500 mensen. Intenties zijn lange termijn, het goed willen doen, voor de volgende generatie. Niet beurs genoteerd. GMB is bezig met water, heeft een civiele tak water, riool en haven. Er ligt 10 tallen miljarden in de bodem als riool, je kunt dit weghalen en nieuw aanleggen of je kunt de systemen van binnenuit opwaarderen. Daarom kijkt GMB naar insitu technieken. GMB service heeft meer kleine projecten, korte horizon, reinigen drinkwater kelders, water sanering.

GMB doet ook BioEnergie, ongeveer 50 man. Daar kijken we naar het verwerken van organische reststromen. Biologische drogen en composteren van zuiveringsslib. Er wordt biogranulaat gemaakt, voor biomassa op energiecentrales. Ook heeft GMB een vergistingsinstallatie in Lichtenvorden. Daar maken we gas en digestaat. Thermische druk installatie voor WBL. 10 jaar lang bedrijfsvoering hiervan.

Kan je vertellen over het project met urine verwerking dat jullie gedaan hebben?

Het begon 14jaar geleden, er was een ambitie bij een van de directeuren, we willen iets met urine. GMB heeft verstand van ammoniak door composteren, daarmee maken we met zwavelzuur 18000 ton ammoniumsulfaat. Dit wordt als meststof afgezet. Hiermee wordt 30% stikstof teruggewonnen. Ook fosfaat is interessant. Toen is besloten, we gaan een urine verwerkingsinstallatie bouwen. Met waterschappen. Ook STOWA was betrokken. Eerst is er een project gestart in Tiel, we zijn begonnen met de reststroom van Moeders voor Moeders. Die wilden wel meewerken, daar is wel lef getoond (komt later op terug).

Waterschap heeft meegedaan en een subsidie was aangevraagd, dit helpt omdat het dwingt tot organiseren en rapporteren. Pilot installatie is neergezet (500m³). Fosfaat terugwinning door middel van struviet en stikstof terugwinning door middel van ammoniumsulfaat. We hebben het gecombineerd met medicijnresten onderzoek. We hebben met medicijnresten gespiked en gekeken wat komt er in het eindmateriaal terecht. Het was bekend of de businesscase uit kon. We deden dit omdat het maatschappelijk verantwoord is om hierin te ontwikkelen.

Daarna is er een installatie gebouwd voor 5000m³ per jaar, dit was de SaNiPhos in Zutphen. Waar kwam het urine vandaan? Moeder voor Moeders, dixies, evenementen, watervrije urinoirs van Hogeschool Windesheim. Op het laatste kwamen we tot 2000m³ per jaar; moeders voor moeders zo'n 1200m³ aangevuld met evenementen. Bij 1500m³ per jaar konden we de installatie tegen variabele kosten bedrijven. Chemicaliën en man uren eruit, maar vaste kosten konden er niet uit. Dat bij 50,- €/m³ urine. En dan maak je wel gebruik van restwarmte, gezamenlijke luchtreiniging en zijn aanvraag vergunning niet meegerekend.

Het proces: Urine komt binnen, met behulp van urease de stikstof omzetting helpen, pH verlaging voor CO₂ strippen, dan struviet reactor met schutunit ervoor, pH weer omhoog brengen en opwarmen met restwarmte uit composteren, dan strippen ammoniak en wassen met zwavelzuur. Je wint dus struviet en ammoniumsulfaat terug. Je houdt alleen nog water over waar N en P grotendeels uit is gehaald. In 2010 zijn we met installatie gestart, uiteindelijk wel goed werkend gekregen.

Waar lagen de belemmeringen? Wat is de reden dat jullie met meststoffen terugwinning uit urine gestopt zijn.

Belangrijk ding waren de kosten. We hebben niet gekeken naar hoeveel meer gaat het kosten maar wel gekeken naar wat mag het kosten. Bij het waterschap kost het lozen van 1 vervuilingseenheid(ve) €50,-. Een m³ urine is ongeveer 1 ve. Dus bij €50,- per m³ urine kan het tegen dezelfde kosten als lozingskosten. 2000m³/jaar was de max dat we ingezameld en verwerkt hebben.

Transport kosten, bij tank transport is er niet zoveel aan de hand, een vrachtvragen is €80,- per uur dat kan wel. Op het moment dat je grote evenementen had, bijvoorbeeld 4daagse of weekend events, dan was in een tank verzamelen mogelijk. Vaak waren toch de evenementen niet geïnteresseerd dan was het makkelijker om met de bestaande afspraken met de gemeente te werken, dan mochten ze ergens lozen. Dit is minder ingewikkeld dus daartegen concurreren was moeilijk. Kleinere evenementen mee krijgen, dat viel niet mee. Plasgruizen zitten vol met peuken, en vervuiling. Dat moet er eerst uit, dat maakt het ook weer minder interessant.

Conclusie is er waren geweldig veel initiatieven maar gescheiden inzamelen bleef lastig. Windesheim is uiteindelijk ook gestopt. Bij Windesheim was er een tank in de kelder met urine uit urinoirs, maar zuivering voelde niet als kosten terwijl onze inzameling even duur was als lozen. We hebben 8 jaar gedraaid. Er zaten vervangingskosten aan te komen. Veel van geleerd, maar de businesscase kan niet uit. Operationele kosten konden wel uit maar vaste investeringskosten niet. Contacten overgedragen aan de beltschutter, waternet hebben destijds contract overgenomen. Die wilde niet stikstof maar wel fosfaat eruit terug gaan winnen. Vergeleken met het huidige systeem krijg je het gewoon niet dicht gerekend. Je kunt het inhoudelijk wel beter doen dan het huidige systeem, maar de kosten voor het bestaande systeem heeft men toch, dat is moeilijk bij verandering.

Stel er komen normen voor medicijnresten dan zal het terugwinnen van grondstoffen uit afvalstromen ook weer moeilijker of duurder worden, je hebt dan een extra zuiveringsstap nodig. Ook maakt dit het mogelijk minder duurzaam, klassieke poederkool is fossiel, qua CO₂ ga je er dan op achteruit.

Waar lagen de kansen?

Duurzaamheidsmodel zit voornamelijk in de afzet, hierop inzetten biedt mogelijkheden. Het combineren met een bestaande installatie kan ook helpen. Bij GMB wonnen we al stikstof terug en deze installatie kon worden gebruikt om de stikstof uit de urine te halen, dat is voordelig. Kijken naar oplossingen aan de voorkant, kan je ervoor zorgen dat je schone urine inzamelt dan hoeft je niet end-of-pipe allerlei onzuiverheden te verwijderen.

Je moet het vanuit de verwerkingskant bekijken, wat kost het anders en daar je businesscase op zetten. Kijk bijvoorbeeld naar thermische druk hydrolyse, daar staat een struviet reactor op het reactie water, die produceren honderden tonnen struviet. Het verdienmodel zit in het moet er sowieso uit worden gezuiverd.

Wat zou een gemeente kunnen doen: zorgen dat urine gescheiden moet worden afgevoerd. Dat urine verplicht gescheiden verwerkt moet worden ten einde N en P terugwinnen. Neem het bijvoorbeeld op in de evenementen vergunning.

Welke producten hebben jullie afgezet?

We maakte struviet van humane afkomst. Hier kon je in die tijd niks mee. Er was wel veel onderzoeken gaande en daar ging het allemaal heen. Mede door die aandacht hebben we een rol gekregen in opbouw van Nutriënt Platform (NP). Mede geleid tot wettelijk toestaan van fosfaat herwonnen uit, afvalwater en zuiveringsslib. Er moest wel een hygiënisatie komen, struviet verwarmen valt het uit elkaar, hoe hygiëniseer je dan? Urine is niet zo beladen met bacteriën als zwart water. Als je uit een waterige stroom (urine) struviet maakt dan is aangetoond dat er geen medicijnresten in zitten, en qua pathogenen gaat het ook goed. In 2015 is struviet (herwonnen fosfaten) opgenomen in de meststoffenverordening. Ammoniumsulfaat was minder moeilijk. Opgenomen in bijlage A in de meststoffen wet. Bij urine verwerking, geen problemen wettelijk.

Het verdienmodel zit niet in de productie van meststoffen. In 1000kg ammoniumsulfaat zit 80kg N, dit verkopen we voor €10,-. In urine zit 2kg N per m³. Daar zit een factor 40 tussen. En je hebt ook nog kosten voor aankoop zwavelzuur. Er zit nog minder fosfor in urine en ook hier heb je nog kosten voor magnesium.

Boeren zitten minder te wachten op struviet als meststof. Dat zie ik ook. Er was eerst een product daarna is pas naar de markt gekeken. De beste weg om struviet een bestemming te geven is slow-release fertiliser, niet standaard fosfaat meststoffen. Bijvoorbeeld voor de kweek van bomen, die hebben veel behoefte aan fosfaat, repeterend proces in de bodem (geen wissel teelt), niche omgevingen waar er behoefte is aan dit materiaal. Het kan omdat het (nog) niet om wereld hoeveelheden gaat.

Reken jezelf niet rijk! Urine is een keer het nieuwe goud genoemd, dat geloven mensen, dan roept een bestuurder dat, maar de praktijk ligt iets anders. Dat is niet erg maar probeer bij de feiten te blijven.

Wat is nodig voor het slagen van een dergelijk circulair project?

Het kan pas over 15 jaar uit als je er gister mee bent begonnen. Er is visie nodig. partijen organiseren, kennis en vallen en opstaan. Kennis blijven vasthouden. En inzichten en ideeën levend houden om te voorkomen dat straks het wiel opnieuw uitgevonden moet worden.

Door de betrokken partners moet risico worden genomen. Bij het contract van moeder voor moeders was er bijvoorbeeld ophef gekomen, in de media werd gezegd 'er wordt geld verdient aan de donaties van de moeders omdat kunstmest wordt gemaakt uit urine' daar was nog veel om te doen. Organon (toenmalige verwerker van de urine van moeders voor moeders) heeft dus lef gehad om mee te werken aan de urine verwerking. Conclusie: je moet het willen.

Hebben jullie ervaring met de verwerking van andere organische reststromen?

Toen we gestopt zijn met fosfaat zijn we met andere dingen bezig geweest; slib weer op de landbouw krijgen. We hebben over de grens gekeken. Samen met Franse partners (dochter van Veolia) gewerkt aan product erkenning biologisch gedroogd slib, 100% communale afkomst. Alle mogelijke onderzoeken uitgevoerd, zware metalen, medicijnresten. Dit heeft ertoe geleid dat we in Frankrijk de product erkenning hebben gekregen voor organische stikstof meststof van zuiverings-slib (= Tradiphos). Stabiele organische stof gaat op deze manier terug in de bodem. Er mocht max 3000 ton worden afgezet in Frankrijk. Dit is wel een sluitende businesscase. Frankrijk heeft echter de grens gesloten voor slib.

In Nederland barsten we van organische stromen, dat maakt het lastig. GMB heeft ook onderzoek gedaan naar luiers biologisch drogen, daar zit veel fosfaat en stikstof in. Mogelijk via de asrest terug winnen of vanwege de urine als je het verwarmt dan kun je de ammoniak uit de lucht weer terugwinnen. Samen met andere partners erover gehad (o.a. ministerie en rijkwaterstaat). Er zijn verschillende obstakels. Medicijnresten (vooral bij incontinentie luiers), voorbehandeling om plastic eruit te halen is lastig, hygienisatie stap om pathogenen af te doden is nodig, er zitten veel polymeren in de luiers. Er is veel energie nodig om het water eruit te halen, omdat de polymeren in luiers anders zijn dan de polymeren die je gebruikt om te ontwateren. Dit is best duur. Dit alles maakte dat we niet verder zijn gegaan met aparte luier verwerking.

Orgaworld hebben een tijd luiers meegecomposteerd. Maar boeren hebben gezegd we willen dit niet meer omdat supermarkten niet willen dat hun doperwten voort komen uit luiers. Ondanks dat het voldoet aan de wetgeving op het moment. Marktacceptatie speelt dus een grote rol. Vervolgens gingen luiers weer terug naar verbranding. Circulaire ambitie is er maar zeer zorgwekkende stoffen zijn altijd een zorg, dat komt in de knoop met elkaar. Er zijn altijd weer nieuwe stofjes. Of we durven het met iets meer risico het gewoon te doen, of we slaan elk initiatief dood.

B4.3 ForFarmers

7 januari 2022 interview – Bob Keurentjes, ForFormers – afzet bemestingsproducten

Introductie

Dit interview is gericht op welke toepassingen voor grondstoffen en mineralen uit GFe en urine interessant zijn (voor een bedrijf als ForFarmers) en hoe ForFarmers denkt dat boeren hier tegenaan kijken.

Heeft ForFarmers ervaring met projecten waarbij wordt gekeken naar de toepassing van grondstoffen/meststoffen uit stromen zoals GFT, GFe en urine? Zo ja, welke?

- We gebruiken veel compost, daar zit wel GFe in maar dat is meer dan alleen GFT of GFe. Wij hebben als leverancier Attero. We nemen nu heel fijn compost af, dat gaat goed.

Waar liggen de belemmeringen?

- We hadden eerst meerdere varianten compost, maar het nadeel daarvan is dat een boer dan snel voor de goedkopere compost kiest. In het goedkopere compost zagen we meer verontreinigingen, dan kregen we klachten van de boeren en dat wilde wij niet meer.
- Je moet een product hebben wat betrouwbaar is en schoon is. Dit is essentieel.
 - o De boer moet vertrouwen hebben dat het product schoon is, dat is echt een harde voorwaarden. Bijvoorbeeld dat een gecertificeerd bedrijf heeft aangetoond dat er geen verontreinigingen meer in de geconcentreerde urine zit.
- Bij urine is het lastig dat de stikstof in ureum zit, dit vervluchtigt heel snel. Je mag maar een maximale hoeveelheid stikstof op je land brengen dus als niet alles in de bodem terecht komt maar een deel naar de lucht gaat is dat nadelig. Bij ureum meststoffen voegen we meestal ureaseremmer toe om dit te beperken. Toch blijft een ammoniumnitraat voordeliger dan een ureum meststof vanwege de verliezen door vervluchtigen.
- Sommige boeren zullen huiverig zijn voor extra meststoffen productie omdat ze zelf een mestoverschot hebben. Ze moeten de mest verplicht afvoeren terwijl je dit bij sommige bedrijven best zou kunnen gebruiken. Het voelt dan krom als afval van de mens wel als meststof mag worden gebruikt en de mest niet.
- Qua concentraties kunnen meststoffen uit reststromen (mest of GFe) vaak niet meekomen ten opzichte van kunstmest. Om aan kunstmestkwaliteit te voldoen moet je minstens een 2% stikstof hebben en dat lukt met reststromen vaak niet, dus dan moet je ze alsnog mengen met iets anders.
- Wat je ook vaak ziet is dat bijvoorbeeld ammoniak afgevangen wordt en ammoniumsulfaat geproduceerd wordt. Maar het probleem met ammoniumsulfaat is dat het teveel zwavel bevat.
- Digestaat
 - o Omdat het vloeibaar is zal je het waarschijnlijk in de grond moeten aanbrengen, dat is lastig. Dit doen we bijvoorbeeld ook met mest (ook om vervluchtiging te voorkomen), dan moet je de zode opensnijden en de mest daarin leggen. Bij het gebruik van mest én digestaat zou je 2x dit proces moeten uitvoeren, dat lijkt me niet ideaal. Dan is compost makkelijker, dat kan gestrooid worden en is qua opslag makkelijker.
 - o Bij het direct gebruiken van digestaat zullen de concentraties aan nutriënten niet hoog genoeg zijn om kunstmest te vervangen.
 - o Je kan er ook voor kiezen om digestaat ipv mest toe te dienen, maar in mest zit meer organische stof, waar haal je dat dan vandaan.
- Samenstelling
 - o Hoe geconcentreerder hoe beter, dan hoef je minder water te vervoeren.
 - o Je moet niet teveel fosfaat hebben ten opzichte van stikstof.
 - o De akkerbouwer wil graag een heel constant product. Als je grondstof erg schommelt in kalium of organische stof gehalte is dat minder interessant.
- Boeren die onder de derogatie regeling vallen (uitbreiding van toegestane hoeveelheid bemesting, elk jaar wordt door de Europese Commissie bepaald hoeveel is toegestaan) mogen geen fosfaatkunstmest gebruiken, alleen fosfaat uit herwonnen stromen, zoals bijvoorbeeld struviet en compost.
 - o Fosfaat beschikbaarheid bij struviet is wel een probleem
 - o Dit is erg afhankelijk van het perceel en de historie ervan. Sommige percelen kunnen af met de fosfaat die in mest zit bij andere percelen niet dan ga je fosfaat toevoegen aan het randsoen

omdat er te weinig fosfaat in het ruwvoer zit. Die percelen zouden dan wel fosfaat kunnen gebruiken.

Waar liggen de kansen?

- Bij sommige boeren zal de kringloopsluiting aanspreken. Dit wordt al veel gedaan in de landbouw en doen wij zelf ook (mest op het land, gras groeit, koe eet gras, koe maakt mest en mens eet melk en koe), maar het stukje wat nog mist is de mens zelf, de melk en koe gaat uit de kringloop en daarvoor komt wel kunstmest voor terug.
- Een voordeel van digestaat toepassen zou kunnen zijn dat er meer koolstof in zit dat je naar de bodem kan brengen tov compost. In drijfmest zit weer meer koolstof dan in digestaat.
- Ammoniumnitraat maken in plaats van ammoniumsulfaat. Dit kan een meststof geven met een heel hoog ammonium gehalte. Hier moet je wel rekening houden met veiligheidsrisico's maar daar zijn wel oplossingen voor.
- Er is altijd wel een plek te vinden voor een GFe of urine meststof zolang je ervoor zorgt dat het een schoon product is. Het gaat niet om wereldse hoeveelheden. Dus hou het in de buurt, als je een festival hebt dan is er in de buurt vast een boer die het kan gebruiken. Dan is een iets lagere concentratie ook nog te overzien.

Wat zijn kwaliteitseisen die belangrijk zijn voor de afzet van dergelijke producten?

- Eisen aan kwaliteit, dat moet voorop staan.
 - o zware metalen
 - o verontreiniging medicijnen drugs
 - o plastic, blik
 - o onkruid zaden (exoten)
 - o pathogenen
- Ale je het wil verkopen als een meststof dan zijn er minimale gehalten van bijvoorbeeld stikstof belangrijk.

Ziet ForFarmers veranderingen in afzet mogelijkheden voor de toekomst?

- Zo lang je maar zorgt dat het een goed schoon product is met goed plant beschikbare nutriënten zonder al te veel verliezen dan zie ik wel mogelijkheden voor nieuwe herwonnen producten. Nu wordt kunstmest gemaakt en dat moet worden aangevoerd. Er is in Europa aangegeven dat dit met 25% gereduceerd moet worden. Dit soort aanvullende stromen kunnen mooi dat gat opvullen.
- We moeten uitkijken dat we niet ons eigen probleem weer creëren, dat we een product maken dat circulair is maar dat erg vervluchtigt of niet plant beschikbaar is of het is niet veilig. Dan kom je uiteindelijk er niet verder mee. Dan komen er weer nieuwe regels omdat er teveel vervluchtiging is en dat voorkomen is wel essentieel.
- Als we het met menselijke reststromen mogen doen dan moeten we er ook voor zorgen dat we het met dierlijke reststromen mogen doen.

Wat zijn de mogelijkheden voor vetzuren uit GFe voor diervoeding of andere toepassingen?

Een koe maakt zelf vetzuren in de pens. Stel je hebt een product met hoge concentratie propionzuur, dat zou wel interessant kunnen zijn. Maar de naam zegt het al, ze zijn heel vluchtig. Je moet ervoor zorgen dat het goed beschikbaar blijkt. Er zijn ook verschillende toepassingen mogelijk, propionzuur kan bijvoorbeeld ook gebruikt worden voor conservering. Propionzuur die nu wordt gebruikt is een reststroom van industrie, hier wordt iets aan toegevoegd zodat het niet vervluchtigt.

Als je een boterzuur kan maken die ook nog pensbestendig is (door bijvoorbeeld een coating), dan zijn wij wel erg geïnteresseerd. Een koe kan uit veel dingen zelf nutriënten halen en opnemen in de pens, maar het is ook interessant en nodig om nutriënten in de darmen op te laten nemen. Daarvoor zou een pensbestendige boterzuur handig zijn.

Bij een mix van vetzuren moet je echt naar de toepassing kijken. Bijvoorbeeld voor voer is dat per bedrijf anders. Azijnzuur is vet bevorderend dus dat is alleen interessant als dit nodig is in het voer van een bedrijf. Het is makkelijker als je de vetzuren gescheiden (losse grondstoffen) kunt aanleveren, dan zijn ze interessanter. Als je een mix hebt kan conservering mogelijk een makkelijkere toepassing zijn.

B4.4 WUR Plant

21 december 2021 interview – WUR Plant, Wim Voogt expert op het gebied van onderzoek naar irrigatie, bemesting en groeimedia voor glastuinbouw.

Introductie

Dit interview is gericht op welke toepassingen voor de grondstoffen en mineralen uit GFe en urine interessant zijn.

Wim werkt mee aan verschillende onderzoeksprojecten, waaronder twee grote onderzoeken naar het tegengaan van nutriënt uitspoeling in glastuinbouw; een bij substraatteelt, met accent op maximaal hergebruik van drainwater en een waarbij teelt in de grond plaats vindt. Daarnaast leider van een groot project gericht op het verminderen van ziektes en plagen door middel van plantenvoeding (kunnen we met verminderde N-aanbod de weerbaarheid verhogen). Als een stof bepaalde ziekteverwerkers kan onderdrukken maar ook de productie verlaagd heeft het geen waarde in de praktijk.

- Glastuinbouw
 - o 88% vindt plaats soillesculture.
 - o 10% nog wel in de grond. 90% van de biologische teelt in de grond.
 - o Sinds de jaren 90 wordt recirculatie van water toegepast (is tegenwoordig verplicht), dit heeft effect op de mineralen die in een substraat (plantenvoeding) mogen zitten

Heeft u ervaring met projecten waarbij wordt gekeken naar de toepassing van grondstoffen uit stromen zoals GFT, GFe en urine? Zo ja, welke?

40 jaar geleden. VAM-compost (inmiddels Attero). Is toen ontwikkeld tot een bodemverbeteraar. Minerale samenstelling was toen dusdanig slecht (te veel zout , zware metalen) dat er geen toepassing mogelijk was. Fysisch gezien voegt compost niet veel toe, plus zware metalen te hoog. Toen is besloten GFT compost gaan we niet gebruiken voor glastuinbouw.
Urine niet.

Waar liggen belemmeringen?

Wettelijke beperkingen: Beperking in concentraties van bijvoorbeeld zwarte metalen en maximale stikstof en fosfaat vrachten die toegepast mogen worden op het land zijn wettelijk vast gelegd in de meststoffen wetten. Wat er in compost mag zitten qua zware metalen en zouten staat in het BOOM besluit (besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen). Dit laatste geldt als compost voor bemesting wordt gebruikt dus de directe toepassing van compost op de bodem.

Risico's op ziekte verwerkers: Humane pathogene en andere organismen (bepaalt in de fytosanitair) vormen een risico. Glastuinbouw is echt risico vermijdend! Bijvoorbeeld enige tijd geleden (2011) is er een E. coli crisis in Duitsland geweest met een aantal sterf gevallen (EHEC). De oorzaak waren waarschijnlijk fenegriek zaden uit Egypte. Komkommers waren eerst aangemerkt, hele markt platgelegd. De glastuinbouw is dus erg voorzichtig om dit soort uitbraken te voorkomen.

Huidige markt niet ingesteld op verschil in afnemer: Als producent van een substraat (planten voeding) weet je niet waar je product voor wordt gebruikt, sierteelt of voedsel productie, dus worden alle substraten met de strengste regels gemaakt. Technisch is het mogelijk om alleen aan een sierteler te leveren. Maar hoe de huidige meststof producenten werken, is dat ze leveren aan substraat leveranciers die een zo breed mogelijk toepassing willen voor hun product. RHP en substraat producenten zijn hier strikt in.

Ook is er op dit moment niet een manier (wettelijk kader) om een product voor alleen sierteelt op de markt te brengen, er staat bijvoorbeeld nooit op een potgrond 'dit mag alleen voor sierteelt gebruikt worden'. Dit heeft momenteel nog geen plek in de markt.

Vaak niet interessant voor substraat: Stel je maakt kerststerren, daar heb je potgrond voor nodig (ingrediënten: een veen product en perliet (om het luchtig te maken), kalk en meststoffen). In de meststoffen zitten een veel hogere hoeveelheid zink dan direct mag worden toegepast, maar omdat je het mengt mag het wel. Dus als je GFT gebruik, als je het als substraat component toevoegt, dan mag je het wel opmengen. Je kijkt bij opmenging naar de zwakste schakel. Dus zit er ten opzichte van de stikstof of fosfaat veel zink in de compost dan is het niet interessant om te gebruiken als meststof omdat de concentraties stikstof en fosfaat te laag blijven en je alsnog andere meststoffen nodig hebt.

Landbouw wil niet gezien worden als dumpplek.

Opmerking: Als de zware metalen een belemmering vormen, is het nog mogelijk om te kijken waar de zware metalen vandaan komen. Komt dat uit voedsel of uit vervuilende componenten? bijvoorbeeld zink leidingen, of materialen die gebruikt worden in het proces. Kan je dat beïnvloeden?

Waar liggen kansen?

Zelf de hele keten regelen: Het kan wel, een meststof alleen voor sierteelt gebruiken. Zolang je zelf de hele keten regelt. Bijvoorbeeld je hebt IKEA als afnemer, zij zeggen we gaan circulaire meststoffen gebruiken, dit worden balkon planten, dan kun je het zelf in de hand hebben.

Grote markt: Sierteelt is enorm groot, daar kun je heel veel meststoffen en compost kwijt.

Circulariteit: Over een x aantal jaren gaat het fosfaat opraken, fosfaat is een eindige grondstof. We zullen voor een duurzame toekomst moeten zorgen dat we op een manier mineralen gaan recyclen. Als de consument hiervan bewust wordt en gaat meebewegen dan is de circulariteit van deze producten een meerwaarde.

Op termijn moet veen grotendeels worden vervangen. Het is essentieel voor plantjes. Kokos- en houtvezel zijn belangrijke vervangers maar deze materialen zijn ook gewild voor andere processen. Compost is een mooi restproduct maximaal 10-25% (van het volume) in consumenten producten (potgrond). Voor direct in landbouw kan het mogelijk wel meer kunnen (dit kun je dan niet als vol % uitdrukken, maar meer als m³/ha , met het areaal kom je dan op x ha * y m³.ha = z m³. Beperking komt vooral, zware metalen, natrium, nitraat, en in de akkerbouw gelden ook fosfaat normen.

Vloeibare of vaste Pokon is ook een interessante afzet, maar daar kun je ook niet te veel natrium in je product hebben. Marketing technisch zou het kunnen. De meerwaarde komt omdat het circulair is. De wetgeving is nog wel de vraag.

Wat is nodig voor het slagen van een dergelijk circulair project? Om een product te maken waarvoor een afzet is.

Eerst kijken naar welke eisen zijn er, naar welke boer ga je toe. Glastuinbouw en sierteelt stellen aller hoogste eisen. Daarna volle gronds-tuinbouw groente, boomkwekerij, deze zijn ook zout gevoelig. Akkerbouw ook veel eisen maar waarschijnlijk de minste. Er is een enorm scala aan eisen en wensen. Daarnaast wil de landbouw niet gezien worden als een dumpplek. Landbouw is fan van circulair binnen hun eigen perceel, maisresten worden weer toegepast op het land, maar dit verbreden naar de stad heeft nog weerstand. Vindt een boer die hier open voor staat, en geef hem garantie van afnamen door bijvoorbeeld met Ikea samen te werken, dat kan. Kijk naar hoeveel ton/volume kun je per hectare kwijt. Dat wordt bepaald door beperkende voorwaarden, zware metalen, natrium. Kijk naar welke toegevoegde waarde heeft het materiaal voor de grond.

Wat ziet u als de optimale afzet mogelijkheden voor GFT, GFe en urine binnen?

Het is verleidelijk om te zeggen, parken en plantsoenen. Maar daar wordt niet super veel mest gebruikt, wel wat. Tweede beste optie is sierteelt en boomkwekerijen, daar kan het het minst kwaad. Daar zal de minste weerstand zijn tegen acceptatie. Nederlandse land en tuinbouw. Die willen geen risico's binnen halen. Zij denken, waarom zou ik het probleem van andere moeten oplossen?

Wat zijn kwaliteitseisen die belangrijk zijn voor de afzet van dergelijke producten?

Als je kijkt naar verwerkte GFe en/of urine gebruiken als componenten voor substraat dan:

- Meststoffen

Wordt voor een substraat ingrediënt interessant als je mineralen hebt. Zolang het onder de grenswaarden van natrium en kalium blijft. Ongeveer 3% stikstof (mmol/l) met natrium en chloride onder de 0,5% (mmol/l) kan, zink van 0,2umol/; en Boor van 7umol/l lijkt mij ook niet te hoog.

- Grondstof

Grondstof wordt vooral toegepast voor de organische stof. Dit is een andere insteek dan mineralen. De waarde van de grondstof is sterk afhankelijk van wat het doet met de fysische eigenschappen; watervasthoudend vermogen, luchtdichtheid, dynamiek op de lange termijn etc. Fysische eigenschappen zijn erg belangrijk, mineralenconcentratie is makkelijker aan te passen!

Wat ook belangrijk is, de stikstofimmobilisatie, die mag niet hoger zijn dan een bepaalde waarde. daar zullen CZV en BZV mee samenhangen. Hoge BZV dan is er waarschijnlijk veel stikstofvastlegging, dat is nadelig. Dit is een van de redenen dat niet meer dan 10% compost in een substraat zit. Compost heeft niet veel waarde gevende bestanddelen, het is best wel fijn van structuur, niet vezelachtig. Houtvezel heeft bijvoorbeeld veel meer een 3D structuur. Daar zit 10% massa in een volume, en heeft daardoor een groot watervasthoudend vermogen. Stel je maakt potgrond, we hebben een pot van 15 cm hoog. Door de capillaire werking krijgt het bovenste gedeelte water, maar daarnaast moet de bovenste laag voldoende zuurstof toelaten zodat het nog 15% lucht bevat. Bij klei of zand haal je dat nooit, daarom voeg je vezels in potgrond toe, met alleen compost van GFe is dat ook moeilijk. Dus het gaat erom, wat zit er per volume in? Daarnaast zijn de kosten van meststoffen peanuts, dit is maar 1% van het substraat. Dus ook als je compost met hoge meststoffen maakt dan heeft dit weinig financiële waarde.

Een substraat mag volgens de RHP keuring op dit moment maar 10% volume compost bevatten, RHP staat producten toe die op de producten lijst staan, tuinturf, boomschors en compost (met bepaalde voorwaarde, kalium gehalte en hygiënisten)). Een compost hoeft natuurlijk niet RHP gekeurd te zijn. Zwarte grond circuit, die kopen bijvoorbeeld restpartijen compost op, mengt men met substraat of tuinaarde. Maar Nederlandse tuinbouw weet, bij RHP gekeurde compost dat dit een goed product is.

Voor tuinbouw, is natrium erg belangrijk!! de randvoorwaarden hangen af van de scenario. Korte teelt eindigt in groene bak, hoeveel natrium kun je kwijt, voordat die plant daar zichtbaar problemen mee heeft. Substraat, grondstoffen, meststoffen en urine als aanvullende meststof. Het geheel mag 50ppm natrium hebben. Stel urine bevat 400gram natrium dan moet je het heel erg verdunnen, dat is dan vrij weinig wat het bijdraagt aan de circulariteit. Een natrium gehalte van 0,7% in digestaat lijkt me hoog, mogelijk problematisch, dit kun je narekenen en in de wet controleren. Ook een zink gehalte van 9mg/kg is vrij hoog.

Er mogen absoluut géén bepaalde onkruid zaden aanwezig zijn (of een gelimiteerd aantal). Daarnaast zijn er fyto-sanitaire eisen. Er mogen geen planteziekteverwekkende organismen (aaltjes / bacteriën / virussen / schimmelsporen) aanwezig zijn in grondstoffen. Is die kans aanwezig dan is een sanitatie vooraf vereist. Stel je hebt een hydroponics systeem, daar wordt gerecirculeerd, bijvoorbeeld een sla-plant neemt heel weinig natrium op dus dan willen ze het natrium gehalte zo laag mogelijk. Chloride is ook wel belangrijk, maar meestal in 1:1 verhouding met natrium.

Bij het ingaan van de nieuwe EU meststoffenverordening, ziet de WUR daar nieuwe kansen?

CE keurmerk is niet vergelijkbaar met het RHP keurmerk. RHP is teelt gericht, wat heeft de teelt nodig. Terwijl de Europese wetgeving is product gericht, hoe mag een product eruit zien. Qua ontwikkelingen zullen producten niet meer op de markt mogen komen. Een hele grote groep is de gecoate meststoffen (coating van kunsthar), die mogen niet meer. Die hebben wel uitstel. die zijn opzoek naar nature based producten bijvoorbeeld melkzuur.

Deze wet is niet heel verrassend, volgt wat er gaande is in de meststoffen wereld. Ik zie niet meteen verandering in kansen door deze wet voor circulaire producten zoals digestaat van GFe of urine.

B4.5 Renewi

10 december 2021 interview Renewi – GFTe verwerking

Er is geen reactie gekomen op het gespreksverslag. Het gespreksverslag is om deze reden niet opgenomen in dit rapport.

B4.6 Meerlanden

22 december 2021 interview Meerlanden, Diederik Notenboom – GFTe verwerking

Hebben jullie ervaring met circulaire initiatieven buiten jullie reguliere verwerkingsroute? Zo ja, welke?

Groene energiefabriek voor GFTe, met productie van 6 producten (Groengas, Compost, CO₂, Warmte, Water en Citrusbrandstof).

In 2018 hebben we GF(T)e-experimenten gedaan met en zonder tuinafval. Zonder tuinafval krijg je meer energie productie. Ook voorbewerking GFT getest, cellulose ontvankelijke maken voor vergisting. Netto levert dat niet meer biogas op.

We hebben in 2019 een pilot gedaan met gescheiden inzameling van GFe en T. GFe hoogfrequent ophalen. Dat gaf een hogere GFe inzameling en GFe vergisting geeft ook meer biogas productie. T fractie werd apart opgehaald. T fractie is wel nodig om tot goede compost te komen. Er was een hogere inspanning nodig voor gescheiden inzameling. We zagen wel minder GFTe in restafval omdat er meer service was, vaker opgehaald, minder 'beestjes' is beter.

We hebben ook gekeken naar suiker en eiwit terugwinning, van groente en fruit. Die zijn te winnen, de businesscases zijn om uiteenlopende redenen (nog) niet sluitend te krijgen. Monostromen, zoals bijvoorbeeld aardappelzetmeel uit de industrie en suikerbiet zijn daarvoor handiger. Mengstroom zijn hiervoor nog minder geschikt. Zelfde geldt voor eiwitten, kunnen ook worden teruggewonnen, deze zouden bijvoorbeeld kunnen worden gebruikt in diervoeding.

Waar liggen andere belemmeringen?

Meerlanden onderschrijft de doelstelling om zo hoogwaardig mogelijk te verwerken. Kwaliteit van input speelt daar een belangrijke rol. Is de kwaliteit niet goed genoeg dan wordt hoogwaardige toepassing onmogelijk.

Waar liggen kansen?

Een voordeel van gescheiden inzamelen is dat de tuinfractie alleen gecomposteerd hoeft te worden en dat dan de vergistingsinstallatie anders ingeregeld kan worden. Je kan je proces erop inrichten, dan kun je meer biogas produceren en andere hoogwaardige producten maken. Een enkele bos bloemen in GFe is geen probleem.

Algemene uitgangspunt: Hoe schoner de stroom, hoe hoogwaardiger de toepassingsmogelijkheden. Maar ook nog specifiek / bronscheiden biedt mogelijkheden. Bijvoorbeeld monostroom sinaasappelschillen kunnen naar citrusolie. Dit zou niet mogelijk zijn als je het gemengd houdt in GFe. We zien dat er steeds meer een tendens is in nog meer scheiden. Zo wordt ook koffiedik apart ingezameld, en swill, dit is een relatief schone stroom. Er liggen kansen bij het creëren van meer van dit soort mono-routes. Als je GFe inzameling ook zo schoon als swill krijgt biedt dat mogelijkheden.

Wat is de huidige afzetroute?

Meerlanden heeft een eigen label (Meercompost), nagenoeg 100% vindt toepassing in de regio bij bloembollentelers. In 2021 is beperkte hoeveelheid geleverd aan akkerbouwers ten noorden van Amsterdam. Een ander deel is geschonken aan moestuinverenigingen

Bij het ingaan van de nieuwe EU meststoffenverordening, zien jullie daar nieuwe kansen?

Nog onvoldoende verdiept in nieuwe EU-meststoffenverordening. Wij wachten de vertaling in Nationale wetgeving af. Tot die bekend is houden wij vast aan onze huidige manier van verwerken. Digestaat wordt gecomposteerd. Hierdoor wordt de organische stof meer stabiel en worden pathogenen afgedood.

Overige opmerkingen

We zien een grote bedreiging in het feit dat vervuiling in GFTe toeneemt. Het gehalte plastics wordt steeds hoger! Voor een deel krijgen wij dat eruit met behulp van extra bewerkingen. Een klein deel blijft echter achter en kan dan op het land terecht komen. Dat wil je niet.

Wij onderschrijven de gekozen lijn vanuit de Vereniging van Afvalbedrijven ten aanzien van GFT-verwerking waarin we zeggen als er hulpmiddelen zijn om te voorkomen dat het in restafval komt dan gedogen wij die. Echter, het verschil tussen bio-based plasticzakken en biodegradable zakken is voor de consument lastig te zien. Daarnaast blijkt dat de biodegradable zakken in de praktijk in het proces niet worden afgebroken. De daarvoor benodigde omstandigheden worden niet gerealiseerd. Dus wij hebben liever papieren zakken met biodegradable coating ten opzichte van kiemplant plastic varianten. De papierenzakken breken in het proces wel af. Dit komt de kwaliteit van je product ten goede. Mijn advies aan Amsterdam, schrijf als gemeente papieren zakken voor GFe inzameling voor en biedt het aan.