

TOP 5 GRONDSTOFFEN

Van aanbod tot vraag

26 APRIL 2017



Contactpersonen



GEERT NOTENBOOM
Senior adviseur technologie

M 06 11299065
E geert.notenboom@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland



SABRINA HELMYR
Projectmanager

M 06 2706 0113
E sabrina.helmyr@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland



ERIC VAN DER ZANDT
Business developer

M 06 2113 9639
E eric.vanderzandt@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

INHOUDSOPGAVE

| | |
|--|-----------|
| BESTUURLIJKE SAMENVATTING | 5 |
| 1 TOP 5 GRONDSTOFFEN | 12 |
| 1.1 Aanleiding en doel | 12 |
| 1.2 Focus | 12 |
| 1.3 Business case en value case | 12 |
| 1.4 Van technology push naar market pull | 13 |
| 1.5 Aanpak | 14 |
| 1.6 Leeswijzer | 15 |
| 2 FOSFORHOUDENDE PRODUCTEN – STRUVIET | 16 |
| 2.1 Stand van zaken | 16 |
| 2.1.1 Productie en opbrengsten | 16 |
| 2.1.2 Wettelijk kader | 17 |
| 2.2 Ontwikkelingen korte en middellange termijn | 18 |
| 2.3 Business canvas model | 18 |
| 2.3.1 Randvoorwaarden en ‘operational window’ | 18 |
| 2.3.2 Afzetketen: Struviet voor slow-release P-kunstmest | 19 |
| 2.3.3 Afzetketen: Struviet voor bulk P-kunstmest | 20 |
| 2.4 Conclusies en advies | 21 |
| 3 FOSFORHOUDENDE PRODUCTEN – VERBRANDINGSASSEN | 22 |
| 3.1 Stand van zaken | 22 |
| 3.2 Welke route toe te passen? | 23 |
| 3.3 Conclusies en advies | 24 |
| 4 CELLULOSE | 26 |
| 4.1 Stand van zaken | 26 |
| 4.1.1 Terugwinning uit influent | 26 |
| 4.1.2 Terugwinning uit primair slib | 27 |
| 4.2 Ontwikkelingen korte en middellange termijn | 27 |
| 4.3 Business canvas model | 28 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.3.1 | Afzetketen: cellulose uit fijnzeven | 28 |
| 4.3.2 | Afzetketen: cellulose uit primair slib | 29 |
| 4.4 | Conclusies en advies | 30 |
| 5 | NEO-ALGINAAT | 31 |
| 5.1 | Stand van zaken | 31 |
| 5.2 | Ontwikkelingen korte en middellange termijn | 31 |
| 5.3 | Business canvas model | 32 |
| 5.4 | Conclusies en advies | 33 |
| 6 | PHA - BIOPLASTIC | 34 |
| 6.1 | Stand van zaken | 34 |
| 6.2 | Ontwikkelingen korte en middellange termijn | 34 |
| 6.3 | Business canvas model | 35 |
| 6.4 | Advies | 36 |
| 7 | BIOMASSA | 37 |
| 7.1 | Stand van zaken | 37 |
| 7.2 | Business canvas model | 37 |
| 7.2.1 | Afzetketen: Biomassa als bodemverbeteraar | 38 |
| 7.2.2 | Afzetketen: Biomassa vezels voor papierindustrie | 39 |
| 7.3 | Conclusies en advies | 39 |
| 8 | CONCLUSIES EN ADVIES | 41 |

BESTUURLIJKE SAMENVATTING

1. INLEIDING

Een kleine tien jaar geleden zijn de waterschappen begonnen met het traject 'WaterWegen, anders denken, anders doen'. Waterschappen wilden een herbezinning op hun rol en taak door onder andere de zuiveringstaak samen te brengen met leefomgevingsvraagstukken. Tegelijk verbeterden de mogelijkheden voor het winnen van waardevolle stoffen en energie uit afvalwater, door bewustwording, nieuwe technieken en schaalgrootte-effecten. Deze beide trends gezamenlijk hebben er in de afgelopen jaren onder andere toe geleid dat diverse initiatieven zijn ontwikkeld om energie en grondstoffen terug te winnen uit afvalwater en de netwerkorganisatie Energie- en Grondstoffenfabriek is opgericht.

Anno 2017 is het de uitdaging om in dit ontwikkelproces een volgende stap te zetten: hoe kan de terugwinning, opwerking en vooral de afzet van grondstoffen daadwerkelijk op gang gebracht worden? Om deze stap te maken, zijn gemeenschappelijke strategische keuzes van de waterschappen nodig en een intensievere, minder vrijblijvende samenwerking dan tot op heden het geval is.

Om te komen tot deze strategische keuzes en grotere samenwerking is in de afgelopen periode in een proces samen met alle waterschappen en de Energie- en Grondstoffenfabriek, de potentie van de huidige Top 5 grondstoffen uit afvalwater in beeld gebracht. De Top 5 grondstoffen die is beschouwd, omvat Fosfor (fosfaat), Cellulose, Alginaat, Bioplastics en Biomassa. Rondom deze grondstoffen vindt momenteel de grootste activiteit plaats door waterschappen, er heeft het meeste onderzoek naar plaatsgevonden, er zijn pilot en/of demo-installaties beschikbaar en rondom deze grondstoffen vindt al de meeste samenwerking plaats tussen waterschappen.

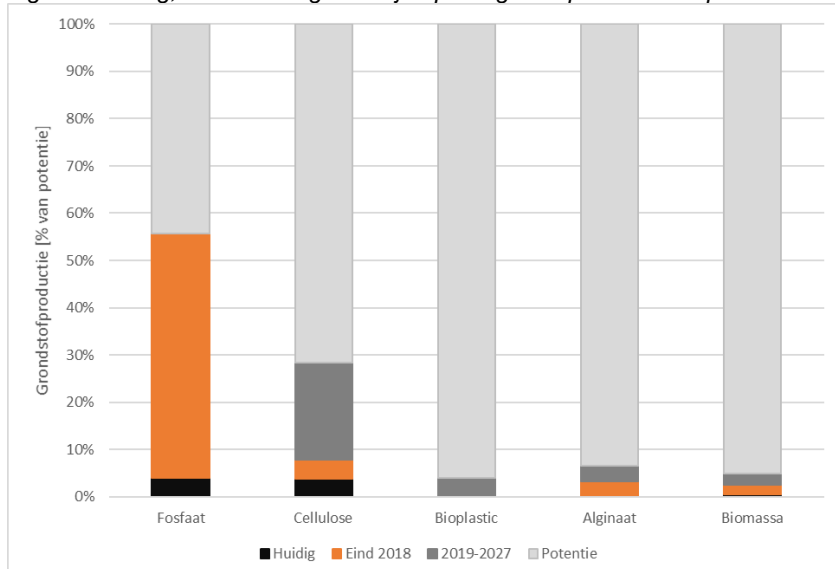
In deze studie is niet gekeken naar het (terug)winnen van energie door de waterschappen, omdat alle waterschappen daar reeds op enigerlei wijze actief mee bezig zijn. Wel kan het winnen van grondstoffen effect hebben op het potentieel aan terug te winnen energie. Het winnen van grondstoffen kan bijvoorbeeld in sommige gevallen leiden tot een reductie van de hoeveelheid geproduceerd slib of wijziging van de samenstelling van het slib en daarmee van invloed zijn op de hoeveelheid te winnen biogas.

2. POTENTIEEL AAN TERUG TE WINNEN GRONDSTOFFEN

Van de potentieel terug te winnen hoeveelheid grondstoffen wordt momenteel slechts een (heel) klein deel ook daadwerkelijk teruggewonnen. Dat zal de komende jaren weliswaar verbeteren, maar ook dan blijft een groot deel van het potentieel onbenut, zie figuur 1.

Alle getallen over gerealiseerde en verwachte grondstoffenproductie, marktvolume en prijzen zijn gebaseerd op interviews met waterschappen en marktpartijen die eind 2016 zijn gevoerd. Omdat de markt dynamisch is, zijn deze getallen te beschouwen als 'dagkoersen' die fluctueren en geen garantie bieden voor de toekomst.

Figuur 1 Huidig, korte en lange termijn opbrengst en potentieel Top 5 Grondstoffen



3. MARKTVOLWASSENHEID

Zoals ook al uit figuur 1 blijkt, bestaat er een groot verschil in het ontwikkelstadium waarin de verschillende grondstoffen zich bevinden. Voor struviet bestaat al een redelijk volwassen markt, terwijl de overige grondstoffen veel minder ver zijn.

Voor NEO-Alginaat is het proof of principle aangetoond, evenals voor de winning van vezels uit biomassa voor de papierindustrie. Deze twee grondstoffen lijken voldoende momentum te hebben om naar een succesvolle waardeketen te ontwikkelen.

Voor bioplastics en cellulose is de waardeketen minder duidelijk. Voor met name bioplastics geldt dat eerst nog verdere ontwikkeling van de technologie vereist is. Voor zowel cellulose als bioplastics dient de waardeketen vervolgens verder ontwikkeld te worden. Voor cellulose bestaat hierbij al een duidelijker beeld van de mogelijke toepassingen. Voor bioplastics is toetreding van een marktpartij in de verdere ontwikkeling noodzakelijk.

Dit zijn overigens allemaal 'natuurlijke' processen die horen bij dit soort business development. Circa 10 tot 15 jaar geleden zat struviet in een vergelijkbaar stadium. Business development vereist ook geloof in het resultaat, volharding en geduld.

4. BUSINESS CASE EN VALUE CASE

In deze studie is nadrukkelijk met een **streng en zakelijke blik** gekeken naar de waardepotentie van de verschillende grondstoffen. Kort gezegd: de business case is leidend. Dit is gedaan vanuit de gedachte dat om echt verder te komen met de circulaire grondstoffenketen, de waterschappen een stap moeten zetten van wensdenken naar daadwerkelijke business cases. Juist door waarde te creëren voor elke ketenpartner worden dromen realiteit.

In deze benadering zijn we niet blind voor de waarde van duurzaamheid. In de circulaire economie zijn duurzaamheid en maatschappelijk verantwoord ondernemen belangrijke drivers voor ketenpartijen om nieuwe waardeketens (oplossingen) te ontwikkelen. Die waardeketens ontsnappen echter niet aan de gebruikelijke economische wetmatigheden. Daarom onderscheiden we de **business case**, die is gebaseerd op harde euro's, en de **value case**, waarin ook 'zachte' waarde is verwerkt. Denk aan duurzaamheidswinst, imago, innovatie, aantrekkelijkheid als werkgever, etc.

5. TECHNOLOGY PUSH OF MARKET PULL

Het winnen van grondstoffen uit het zuiveringsproces vindt zijn oorsprong in een wens/ambitie van de waterschappen om bij te dragen aan een duurzame samenleving. Vanuit dit streven is de afgelopen jaren verkend welke grondstoffen teruggewonnen kunnen worden en op welke wijze. Dit komt over met ontwikkeling volgens een **technology push**.

Het is nu aan de waterschappen om de focus te verleggen naar de vraagzijde: onderzoek waar de markt behoefte aan heeft en pas daar je ontwikkeling op aan. Dit komt overeen een **market pull** gedachte. Het maken van deze stap, vraagt om intensief in gesprek te gaan met marktpartijen die daadwerkelijk grondstoffen afnemen en verwerken tot halffabricaten of eindproducten.

Om de afzet van grondstoffen verder te brengen, is het nodig om nu de stap te maken van technology push (iets verkopen omdat het gemaakt kan worden) naar market pull (iets verkopen omdat er vraag naar is).

6. FOSFOR

Fosfor en fosforhoudende producten kunnen op verschillende wijzen worden teruggewonnen uit het zuiveringsproces: als struviet uit de waterlijn of als fosfor houdend product uit het as na mono-verbranding van zuiveringsslib. Het fosfor wordt uiteindelijk gebruikt in (grondstof voor) kunstmest of de productie van bijvoorbeeld fosforzuur. Waterschappen zijn in de wereldmarkt voor fosforhoudend kunstmest een zeer kleine speler: gezamenlijk leveren ze ruim minder dan 1% van deze grondstof.

Struviet uit de waterlijn

Het terugwinnen van de grondstof struviet gebeurt in eerste instantie uit oogpunt van doelmatigheid van het zuiveringsbeheer, of om precies te zijn de slibverwerking. Hoe de gewonnen grondstof vermarkt wordt, is van secundaire invloed op de investeringsbeslissing.

Terugwinning van struviet kan niet op alle rwzi's. Het vereist de toevoer van fosforhoudend slib van rwzi's die gebruikmaken van biologische P-verwijdering in combinatie met slibvergisting. Daarnaast is schaalgrootte van belang. Toepassing van struvietterugwinning is het meest logisch op de grotere rwzi's en/of de rwzi's met een centrale slibverwerking. De slibverwerkingscapaciteit moet overeenkomen met die van een rwzi van tenminste 300.000 à 500.000 i.e.

Voor de grondstof struviet zijn reeds twee verschillende waardeketens in een (technisch) volwassen stadium: afzet als slow-release P-kunstmest product (nutriënten komen hierbij in de tijd geleidelijk vrij en beschikbaar voor de plantwortel) en afzet als P-houdende grondstof voor de bulk-kunstmestindustrie. Beide routes verschillen in kansen van toepassing, schaalgrootte, aanvangsinvestering, maar ook in opbrengst per ton product. De terugverdientijden van beide routes ontlopen elkaar niet veel. Welke route in een specifiek geval het best past, is maatwerk. Realisatie kan via een (openbare) aanbesteding van een struvietinstallatie, al dan niet in combinatie met een contract voor meerjarig afname.

De markt voor struviet is door de waterschappen redelijk eenvoudig te bedienen, er zijn geen technische bottlenecks. Wel wordt er momenteel nog hard gelobbyd om ook juridisch/wettelijk groen licht te krijgen voor het hergebruik van struviet, door het opheffen van de afvalstatus.

Kennisuitwisseling rondom struvietterugwinning tussen waterschappen heeft meerwaarde. Een kenniskring bestaande uit **Aa & Maas, Amstel Gooi Vecht, De Dommel, Drents Overijsselse Delta, Rijn & IJssel, Vallei & Veluwe** kan de kennisuitwisseling met andere waterschappen organiseren om gezamenlijk processen te verbeteren.

Fosforhoudende producten uit slib

Fosforhoudende producten kunnen uit slib worden geproduceerd via de zogenaamde as-route: zuiverings-slib wordt afgevoerd naar een mono-slibverbrandingsinstallatie waarna de as uit deze installatie vervolgens wordt gebruikt als grondstof in een verwerkingsinstallatie waar uiteindelijk fosforzuur en andere fosforhoudende producten worden geproduceerd. Deze as-route is de afgelopen jaren intensief ontwikkeld, vergunning- en beleidstechnisch is de route op nationaal en Europees niveau volledig voorbereid en de contracten zijn ondertekend. Volgens planning wordt de as-route operationeel vanaf medio 2018. Vanaf dat moment zal de afvoer van as (SNB en HVC) naar de nieuwe gebouwde verwerkingsinstallatie in Duinkerken mogelijk worden.

Een groot aantal waterschappen, zie hieronder, is aandeelhouder van een van beide partijen met een mono-slibverbrandingsinstallaties en zijn daaraan langjarig verbonden. Daarnaast hebben meerdere waterschappen een meerjarig contract met SNB. De aandeelhouders ontwikkelen samen met de beide partijen beleid voor de toekomst. Via SNB en HVC is er feitelijk al een landelijke samenwerking van de waterschappen.

| Aandeelhouders SNB | Aandeelhouders HVC |
|----------------------------|--|
| Waterschap Aa en Maas | Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier |
| Waterschap Brabantse Delta | Hoogheemraadschap van Delfland |
| Waterschap De Dommel | Hoogheemraadschap van Rijnland |
| Waterschap Rivierenland | Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard |
| Waterschap Vechtstromen | Waterschap Hollandse Delta |
| Waterschap Scheldestromen | Waterschap Rivierenland |

De bestaande mono-slibverbrandingsinstallaties in Nederland hebben vrijwel geen restcapaciteit over. Daardoor is er via deze route geen uitbreiding van hoeveelheid terug te winnen fosfor te verwachten. Sommige waterschappen die hebben gekozen voor fosforterugwinning via de as-route, hebben rwzi's waar het toch interessant is om struviet uit een deelstroom of uit de slibmatrix terug te winnen, bijvoorbeeld om redenen van bedrijfsvoering en/of doelmatigheid. Het is te overwegen om dit gewonnen struviet af te zetten via de kunstmestroute en de vrijgekomen ruimte in de as-route aan te vullen met slib van waterschappen

zonder contract naar de as-route. Zo wordt de hoeveelheid struviet die naar de markt wordt afgezet vergroot met behoud van afspraken over hoeveelheden slib die aan de as-route worden aangeboden. Of deze uitwisseling praktisch, financieel en juridisch haalbaar is, zal nader onderzocht moeten worden.

7. CELLULOSE

Op dit moment wordt op een aantal zuiveringen cellulose teruggewonnen uit oogpunt van doelmatigheid van het zuiveringsproces. Bij pogingen afgelopen jaar om cellulose-houdende deelstromen van rwzi-oorsprong tegen een (minimale) vergoeding op de markt te zetten, is gebleken dat marktpartijen een onvoldoende goede prijs bieden voor deze cellulosebron. De markt dient nog verder ontwikkeld te worden.

De haalbaarheid van terugwinning van cellulose wordt in enige mate bepaald door de schaalgrootte van de rwzi, maar vooral door het rendement van de terugwinning van vezels uit het afvalwater en de zuiverheid van het (tussen)product.

Terugwinning van cellulose heeft overigens een negatief effect op de energieopwekking via de slibgisting. Het cellulose kan na terugwinning immers niet meer worden vergist. Daarentegen heeft terugwinning een mogelijk positief effect op het verbruik aan beluchtingsenergie.

De afzet van cellulose kent een tiental (of meer) mogelijke afzetroutes, verdeeld in vezel-routes en chemische routes. Een beperkt aantal daarvan is reeds verkend. De route als afdruiptremmer in asfalt heeft veel pers gekregen en lijkt veelbelovend, maar vereist nog optimalisatie om de financiële haalbaarheid te verbeteren: de kostprijs moet simpelweg lager. Deze route biedt potentieel voor een deel van de cellulose die de schappen gezamenlijk kunnen produceren.

Voor rwzi-cellulose is het nadrukkelijk noodzakelijk om de afzetmarkten verder te ontwikkelen. Daarvoor zijn een aantal eerste stappen gezet, echter voor een versnelling is extra gemeenschappelijke kracht gewenst. Waterschappen **Fryslân, Aa & Maas, Hollands Noorderkwartier en Zuiderzeeland** willen hierin het voortouw nemen. Gezamenlijk zouden ze zich in de komende periode moeten buigen over de volgende vraagstukken:

| Activiteit | Ruwe planning |
|--|---------------|
| Verdiepen in de technische en organisatorische bottlenecks (o.a. opschonen van cellulose) van de geschetste businessmodellen/afzetroutes, zoals aanbesteding en leveringszekerheid, en hier gezamenlijke actie op zetten | Q2 - Q3 2017 |
| Inventarisatie van overige veelbelovende routes en uitwerken tot business cases, dit betekent onder andere gesprekken voeren met marktpartijen | Q2 – Q4 2017 |
| Keuze maken voor een beperkt aantal afzetroutes (bijvoorbeeld 4) en deze daadwerkelijk gaan realiseren | 2018 |

8. NEO-ALGINAAT (ALE)

De grondstof alginate-like exopolysaccharides (ALE, in Nederland NEO-Alginaat genoemd) is (grotendeels) verbonden aan het Nereda[®] zuiveringsproces. Daardoor heeft momenteel c.q. op korte termijn een beperkt aantal waterschappen toegang tot deze grondstof. Een aantal van deze schappen heeft zich reeds verenigd en een potentiële afnemer gevonden voor het NEO-Alginaat. Deze potentiële afnemer heeft zich bereid verklaard om de mogelijkheden van verwerking van NEO-Alginaat te onderzoeken. Dit is op dit moment een noodzakelijke stap om een afzetmarkt te ontwikkelen. Bij de verdere marktontwikkeling is het wenselijk om op middellange termijn meerdere afnemers te hebben.

De huidige bottleneck in de verdere ontwikkeling van aanbod van NEO-Alginaat is voldoende schaalgrootte om de kostprijs voor NEO-Alginaat laag te houden. Tot een Nereda[®] zuiveringscapaciteit van circa 200.000 i.e. is een duidelijk schaafeffect in kostenefficiëntie waarneembaar. Dit noodzaakt tot samenwerking tussen de partijen met kleinere Nereda[®] installaties om een aantrekkelijke business case te realiseren.

Om de afzetmarkt voor NEO-Alginaat te ontwikkelen is samenwerking tussen de waterschappen met Nereda-installaties noodzakelijk om tot voldoende schaalgrootte te komen. De mogelijkheden hiervoor worden momenteel onderzocht door **Rijn & IJssel, Vallei & Veluwe, HDSR en Vechtstromen**. Wellicht dat andere waterschappen, zoals Noorderzijlvest/Hunze & Aa's kunnen aansluiten. Deze waterschappen

zouden zich in de komende periode moeten buigen over de volgende vraagstukken.

| Activiteit | Ruwe planning |
|---|--------------------------------|
| Gezamenlijk realiseren van de bouw van een extractor | 2018 |
| Opgedane lessen en kennis delen met overige waterschappen | Lopend via Nationaal programma |

9. PHA-BIOPLASTICS

PHA-bioplastics lijkt op voorhand een interessante circulaire grondstof. Er is in Nederland en daarbuiten vraag naar PHA als grondstof voor bioplastics. De omstandigheden op (specifieke) zuiveringen lijken goed geschikt om met behulp van toegevoegde vetzuren bioplastics te produceren. Afgezien van de benodigde inkoop van vetzuren, lijkt de productie van bioplastics vanuit een zuiveringsproces voordeliger dan via het regulier productieproces. Wel zijn tegelijkertijd ook andere circulaire productieprocessen in ontwikkeling, waarbij grondstoffen voor o.a. PHA worden geproduceerd uit afval uit houtproductie, pulp uit land- en tuinbouw en uit biogas (polymerisatie). Deze routes zijn soms verder dan de ontwikkeling van PHA uit rwzi-slib. Wat de invloed is van al deze nieuwe initiatieven voor vraag en aanbod en de marktprijs van PHA is niet te zeggen. Momenteel is de vraag naar circulair PHA groter dan het aanbod en wordt de prijs bepaald door de kostprijs van PHA uit niet-circulaire grondstoffen.

Inhoudelijk aandachtspunt voor de business case op rwzi's is de benodigde aanvoer van (externe) vetzuren. De benutting van vetzuren als grondstof zal moeten concurreren met vergisting inclusief biogasbenutting en SDE⁺ subsidie.

De markt voor PHA-bioplastics uit rwzi-slib is nog niet ontwikkeld. In hoofdzaak zijn er twee bottlenecks op dit moment die een verdere ontwikkeling van de afzetketen blokkeren:

- Er zijn op dit moment geen marktpartijen bereid gevonden om te investeren in het ontwikkelen van de afzetketen;
- Waterschappen hebben gezamenlijk nog geen demo-installatie gebouwd vanwege de hoge kosten voor een extractor (indicatieve raming circa € 15 miljoen).

De volgende waterschappen hebben aangegeven gezamenlijk de schouders te willen zetten onder het verder brengen van de potentiële afzetketen voor bioplastics: **Brabantse Delta, Fryslân, Hollandse Delta en Zuiderzeeland**. Gezamenlijk zouden zij zich in de komende periode moeten buigen over de volgende vraagstukken.

| Activiteiten | Ruwe planning |
|---|---------------|
| Second opinion op de bouwkosten van een extractor en/of onderzoek doen naar het mogelijke inzetten van een bestaande extractor elders | Q2 – Q3 2017 |
| Rol vetzuren voor bioplastics versus vergisting in de business case nader onderzoeken | Q2 – Q3 2017 |
| “Concurrentiepositie” van rwzi PHA vergelijken met PHA uit andere circulaire stoffen, bv. met hulp van Porter's 5-forces diagram | Q2 – Q3 2017 |
| Zoeken naar marktpartijen die geïnteresseerd zijn in bioplastics uit rioolwater-oorsprong om gezamenlijk de afzetketen mee te ontwikkelen | Q2 – Q4 2017 |
| Eventuele bouw of gebruik externe extractor | 2018 |
| Opgedane lessen en kennis delen met overige waterschappen | 2018 |

10. BIOMASSA

Voor biomassa uit het watersysteem zijn momenteel twee veelbelovende afzetroutes ontwikkeld: biomassa als bodemverbeteraar en biomassa als vezel voor de papier- en kartonindustrie. Beide routes hebben eigen kenmerken.

De afzetroute als bodemverbeteraar vermindert de kosten die waterschappen nu hebben aan de verwerking van maaisel, het halveert deze kosten. Deze route is regionaal van aard en kan door alle waterschappen individueel opgepakt worden. Samenwerking tussen de waterschappen kan zich voor deze route vooral richten op het uitwisselen van ervaringen: hoe organiseer je een en ander handig, welke afspraken maak je met loonwerkers, hoe besteed je aan, hoe ga je om met regelgeving voor bodemverbeteraars (wel of niet meenemen in de mestboekhouding), etc.

De tweede route, biomassa als vezel voor de papier- en kartonindustrie, kan een hogere waarde creëren voor de biomassa. Dit maakt dat transport van biomassa over grotere afstanden uit kan en waterschappen (en andere groenbeheerders) door samenwerking efficiëntie kunnen bewerkstelligen. Voor deze route kan een regionale samenwerking tussen waterschappen praktische voordelen bieden: samen marktpartijen benaderen en het proces organiseren. Op landelijk niveau kunnen vervolgens praktische ervaringen worden uitgewisseld.

Voorgaande routes zijn met name interessant voor biomassa die in de huidige situatie ook al elders moet worden afgezet, zoals maaisel van taluds en bermen in een stedelijke omgeving en maaisel van doorgaande wegen. In gevallen waar het maaisel kan blijven liggen of lokaal kan worden verwerkt, kunnen de kosten van transport naar elders de business –case negatief beïnvloeden.

Het doorpakken in reeds ontwikkelde afzetketens lijkt bij biomassa het belangrijkste aandachtspunt. De wil om aan de slag te gaan, de voorbeelden liggen er, nu erop uit en de gesprekken met marktpartijen aangaan. Regionale en landelijke samenwerkingsverbanden tussen waterschappen helpen bij kennisuitwisseling en het aangaan van gesprekken met marktpartijen.

11. SAMENWERKING

Op basis van de interviews en de verschillende werksessies die voor deze studie zijn gehouden, bevelen we per grondstof de onderstaande samenwerkingsverbanden aan om de daadwerkelijke realisatie van de desbetreffende grondstoffenketen verder te brengen. De indeling is een momentopname van de wensen en ambities per schap zoals die in de afgelopen periode naar voren zijn gebracht en daarmee nadrukkelijk niet statisch.

We stellen voor dat de samenwerkingsverbanden het voortouw nemen in het nadenken over en verder ontwikkelen van mogelijke business modellen, het voeren van gesprekken met marktpartijen en verdere stappen om de grondstoffenketens te ontwikkelen. Hierbij is een actieve kennisdeling, kennisontwikkeling en intensieve samenwerking nodig.

Het ontwikkelen van de afzetketens vraagt investeringen, bijvoorbeeld voor de bouw van een extractor zoals voor bioplastics. Dit investeringsvolume is doorgaans te zwaar om door een waterschap alleen te worden gedragen. Gezamenlijk optrekken van een groep van waterschappen vergroot het potentiële investeringsvolume en helpt het ontwikkelen van afzetmarkten vooruit te krijgen.

Hierbij rijst ook de vraag of en hoe er op landelijk niveau afspraken gemaakt moeten worden over de financiering van deze investeringen. Zo is bijvoorbeeld een model mogelijk waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen investeringen voor concrete installaties bij waterschappen enerzijds, en voor algemene essentialia zoals Reach certificering anderzijds. De vraag hoe financiering voor verdere ontwikkeling te organiseren, is onderdeel van de huidige studie naar de governance van de doorontwikkeling van de grondstoffenketen door Berenschot.

In **vet** gedrukt, per grondstof het voorstel voor de trekker.

| Grondstof | Voortouw | Activiteiten |
|-------------------|--|--|
| Fosfor – struviet | Amstel Gooi en Vecht (trekker) Aa & Maas Drents Overijsselse Delta De Dommel Rijn & IJssel Vallei & Veluwe | Deze afzetketens zijn ontwikkeld, samenwerking tussen waterschappen vooral op het vlak van kennisuitwisseling struviet. |
| Fosfor – as-route | <ul style="list-style-type: none"> • Aandeelhouders HVC • Aandeelhouders SNB • contracthouders | Mogelijk optimaliseren (maximaliseren) van de P-aanvoer naar de as-route. |
| Cellulose | Aa & Maas (trekker) Fryslân Hollands Noorderkwartier Zuiderzeeland | <ul style="list-style-type: none"> • Verdiepen in de bottlenecks van de businessmodellen c.q. afzetroutes • Inventarisatie van overige veelbelovende routes en uitwerken tot business cases, onder andere gesprekken voeren met marktpartijen • Keuze maken voor een beperkt aantal afzetroutes en deze daadwerkelijk gaan realiseren |
| Alginaat | Vallei en Veluwe & Rijn en IJssel (trekkers) HDSR Noorderzijvest/Hunze & Aa's * Scheldestromen Vechtstromen | <ul style="list-style-type: none"> • Gezamenlijk realiseren van de bouw van een extractor • Opgedane lessen en kennis delen met overige waterschappen |
| PHA-bioplastics | Brabantse Delta (trekker) Fryslân Hollandse Delta Zuiderzeeland | <ul style="list-style-type: none"> • Second opinion op de bouwkosten extractor en/of onderzoek doen naar inzet bestaande extractor elders • Onderzoeken inzet vetzuren voor bioplastics versus vergisting • Zoeken naar marktpartijen • Eventuele bouw of gebruik externe extractor • Opgedane lessen en kennis delen met overige waterschappen |
| Biomassa | Regionale samenwerkingen aangaan | Kennisuitwisseling en regionale afzetmarkten ontwikkelen |

* afhankelijk van keuzes rondom de Nereda installatie op rwzi Garmerwolde

1 TOP 5 GRONDSTOFFEN

1.1 Aanleiding en doel

Een kleine tien jaar geleden zijn de waterschappen begonnen met het traject 'WaterWegen, anders denken, anders doen'. Waterschappen wilden een herbezinning op hun rol en taak door onder andere de zuiverings-taak samen te brengen met leefomgevingsvraagstukken. Tegelijk werden de mogelijkheden voor het winnen van waardevolle stoffen en energie uit afvalwater steeds beter. Deze beide trends gezamenlijk hebben er in de afgelopen jaren onder andere toe geleid dat diverse initiatieven zijn ontwikkeld om energie en grondstoffen terug te winnen uit afvalwater en de netwerkorganisatie Energie- en Grondstoffenfabriek is opgericht.

In dit ontwikkelproces ligt de vraag voor om een volgende stap te gaan maken: **hoe kan de terugwinning, opwerking en vooral de marktafzet van grondstoffen daadwerkelijk op gang gebracht worden?** Om deze stap te maken zijn gemeenschappelijke strategische keuzes van de waterschappen nodig en een grotere samenwerking dan tot op heden het geval is.

Als stap om te komen tot deze strategische keuzes en grotere samenwerking is in de afgelopen periode in opdracht van de Vereniging van Zuivering Beheerders in een proces samen met alle waterschappen en de Energie- en Grondstoffenfabriek de potentie van de huidige Top 5 grondstoffen uit afvalwater in beeld gebracht. Over het voorstel zal in mei 2017 in de Unie van Waterschappen, Commissie Waterketen en Emissies, besluitvorming plaatsvinden.

1.2 Focus

Grondstoffen

De Top 5 aan grondstoffen die in deze studie is beschouwd, betreft:

1. Fosfor
2. Cellulose
3. Alginaat
4. Bioplastics
5. Biomassa

Rondom deze grondstoffen vindt momenteel de grootste activiteit plaats door waterschappen. Er heeft het meeste onderzoek naar plaatsgevonden, er zijn pilot en/of demo-installaties beschikbaar en rondom deze grondstoffen vindt al de meeste samenwerking plaats tussen waterschappen.

Daarnaast zijn er diverse stoffen die op kleinere schaal door individuele of een beperkt aantal waterschappen worden beschouwd. Deze grondstoffen zijn nadrukkelijk geen onderwerp van deze studie geweest, maar in de kantlijn wel benoemd. Het gaat dan om grondstoffen zoals ammoniumsulfaat, CO₂, metalen, eiwitten en humuszuren.

Afbakening

Deze studie focust nadrukkelijk op de potentie van de grondstoffen, de mogelijke afzetketens en potentiële businesscases rondom deze grondstoffen. De organisatie van of governance rondom de samenwerking tussen waterschappen om de ontwikkeling van grondstoffen afzet verder te brengen, maakt deel uit van een parallelle studie die momenteel, op verzoek van de Commissie Waterketen en Emissies, wordt uitgevoerd in opdracht van de STOWA.

In deze studie is niet gekeken naar het (terug)winnen van energie door de waterschappen omdat alle waterschappen daar reeds op enigerlei wijze actief mee bezig zijn. Wel kan het winnen van grondstoffen effect hebben op het potentieel aan terug te winnen energie. Het winnen van grondstoffen kan bijvoorbeeld in sommige gevallen leiden tot een reductie van de hoeveelheid geproduceerd slib of wijziging van de samenstelling van het slib en daarmee van invloed zijn op de hoeveelheid te winnen biogas.

1.3 Business case en value case

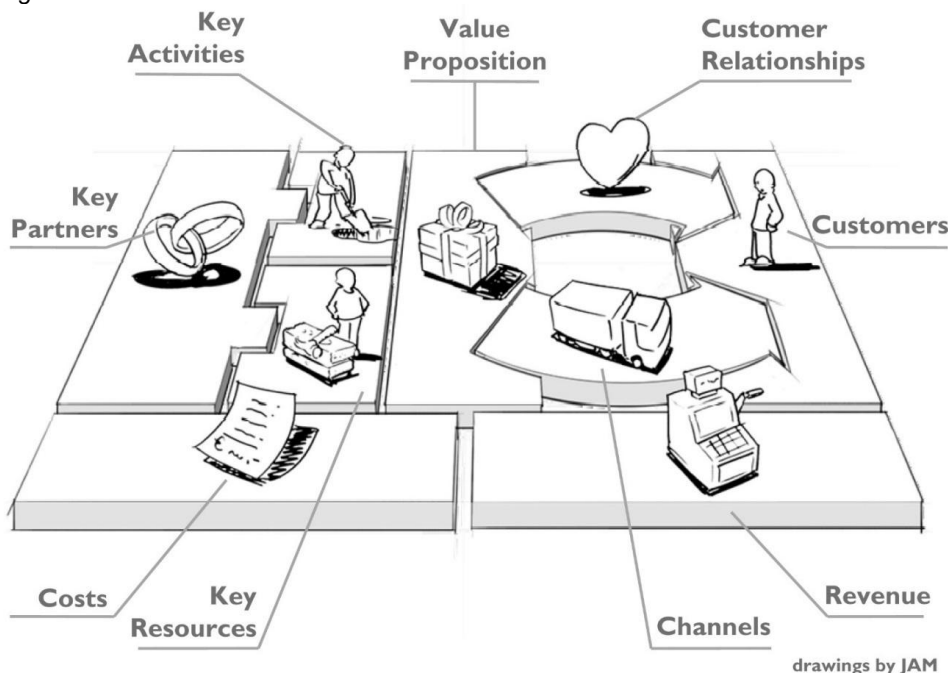
In deze studie is nadrukkelijk met een strenge, zakelijke blik gekeken naar de waardepotentie van de verschillende grondstoffen. Kort gezegd: de business case is leidend. Dit is gedaan vanuit de gedachte dat om echt verder te komen met de circulaire grondstoffenketen, de waterschappen een stap moeten zetten

van wensdenken naar daadwerkelijke business cases. Juist door waarde te creëren voor elke ketenpartner worden dromen realiteit.

In deze benadering zijn we niet blind voor de waarde van duurzaamheid. In de circulaire economie zijn duurzaamheid en maatschappelijk verantwoord ondernemen belangrijke drivers voor ketenpartijen om nieuwe waardeketens (oplossingen) te ontwikkelen. Die waardeketen ontsnapt echter niet aan de gebruikelijke economische wetmatigheden. Daarom maken we onderscheid in de **business case**, die is gebaseerd op harde euro's, en de **value case**, waarin ook 'zachte' waarde is verwerkt. Denk aan duurzaamheidswinst, imago, innovatie, aantrekkelijkheid als werkgever, etc.

De waardeketen voor de Top-5 grondstoffen is verkend en gevisualiseerd met het Business Model Canvas, zie figuur 2. Het canvas laat zien op welke klant de waardeketen is gericht, welke waarde het product c.q. de grondstof heeft voor die klant, en welke partners benodigd zijn om de keten voor elkaar te krijgen. Daarnaast geeft het inzicht in afzetkanalen, klantrelatie, kernactiviteiten en vereiste middelen. Tot slot laat het zien welke kosten en welke baten er zijn.

Figuur 2 Business Model Canvas



In de ogen van de auteurs van dit rapport wordt het Business Model Canvas altijd ingevuld van rechts naar links; de vraagzijde van het canvas staat dan centraal. Dat betekent dat de waarde van het product **voor de klant** bepalend is, niet de waarde die de aanbieder erin ziet.

In principe kan het Business Model Canvas ook vanuit de aanbod zijde worden ingevuld (van links naar rechts), of vanuit de waardepropositie (vanuit het midden).

Voor een degelijke waardeketen zijn alle velden bekend, en ontstijgen de baten de kosten. Het canvas beschrijft dan alleen de business case; de drivers voor de diverse ketenpartners completeren dan de value case.

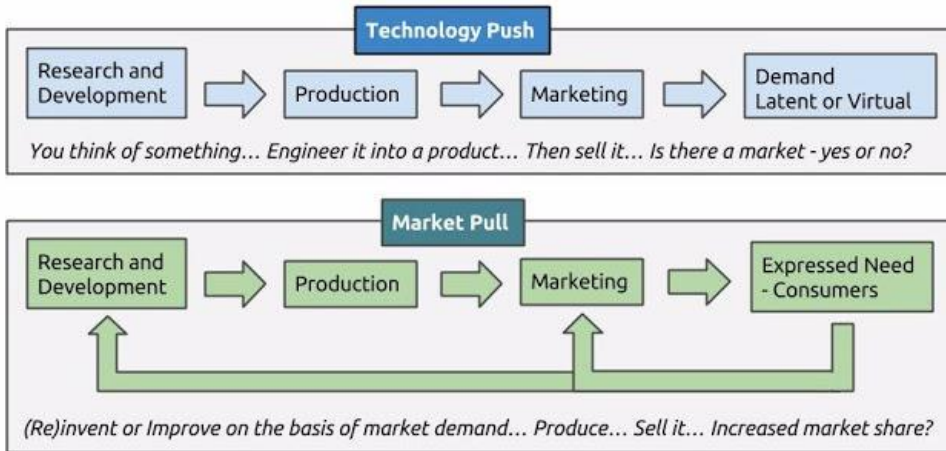
1.4 Van technology push naar market pull

Het winnen van grondstoffen uit het zuiveringsproces vindt zijn oorsprong in een wens/ambitie van de waterschappen om bij te dragen aan een duurzame samenleving. Vanuit dit streven is de afgelopen jaren verkend welke grondstoffen teruggewonnen kunnen worden en op welke wijze. Dit komt over met ontwikkeling volgens een **technology push**, zie figuur 3.

Deze studie doet een aanzet om de focus te verleggen naar de vraagzijde: onderzoek waar de markt behoefte aan heeft en pas daar je ontwikkeling op aan. Dit komt overeen een **market pull** gedachte. Het maken van deze stap, vraagt om intensief in gesprek te gaan met marktpartijen die daadwerkelijk

grondstoffen afnemen en verwerken tot halffabricaten of eindproducten.

Figuur 3 - Market pull versus technology push



1.5 Aanpak

Om tot een beeld te komen van de huidige stand van zaken rondom de grondstoffen bij de verschillende waterschappen en de voorgenomen investeringen voor de korte en lange termijn enerzijds, en een beeld van (potentiële) afzetmarkten, kansen en bottlenecks anderzijds, is een proces aanpak doorlopen. In dit proces is met een groot aantal stakeholders gesproken en hebben zij actief deelgenomen aan de uitwisseling van kennis en (toekomst) beelden.

Stakeholders zijn op de volgende manieren betrokken:

- In de periode oktober – december 2016 hebben interviews plaatsgevonden met alle waterschappen. Hierbij is gesproken met bestuurders, hoofden zuiveringsbeheer en beleidsmedewerkers. De (beknopte) verslagen van deze gesprekken zijn geïnterpreteerd bij de verschillende waterschappen en beschikbaar bij de VvZB.
- In de periode december 2016 - januari 2017 hebben een tiental gesprekken plaatsgevonden met marktpartijen over de markten voor de verschillende grondstoffen. Tabel 1 geeft een overzicht van de partijen waarmee is gesproken.
- In januari 2017 heeft een workshop plaatsgevonden waaraan circa 35 waterschappers en 15 vertegenwoordigers van marktpartijen hebben meegedaan. In deze workshop is de marktpotentie van de verschillende grondstoffen besproken en zijn gezamenlijk business modellen per grondstoffen geschetst.
- Daarna zijn de resultaten van de workshop in januari 2017 besproken met de VvZB-leden en hebben de leden beelden aangedragen voor de noodzakelijk stappen om de ontwikkeling van de grondstoffenketens verder te brengen.
- In februari 2017 hebben de voorzitters van de verschillende grondstoffen werkgroepen van de EFGF aanvullende informatie verzameld en een controle op het verzamelde cijfermateriaal uitgevoerd.

Tabel 1 Marktpartijen waarmee interviews (vetgedrukt) of telefonische gesprekken hebben plaatsgevonden

| Grondstof | Marktpartij |
|--------------------------|---|
| Fosforhoudende producten | ICL , Ecophos, SNB, Timac Agro, Memon |
| Cellulose | BWA , Attero , Ecor , Icopal, KNN Cellulose |
| Alginaat | RHDHV / Rijn&IJssel , Kenniscentrum Papier & Karton |
| Bioplastics | Rodenburg , Leon Korving |
| Biomassa | Ecoboard , Astrid Meier , Newfoss , Jan IJzerman |

Op basis van deze verschillende gesprekken en bijeenkomsten wordt in deze studie een beeld geschetst van de marktpotentie van de grondstoffen en worden verschillende business modellen geschetst. De planning is er op gericht dat in mei 2017 over dit document bestuurlijke besluitvorming plaatsvindt in de Commissie Waterketen en Emissies van de Unie van Waterschappen.

1.6 Leeswijzer

In de navolgende hoofdstukken wordt voor elk van de 5 grondstoffen geschetst:

1. Wat de huidige stand van zaken is;
2. Welke ontwikkelingen op korte termijn te verwachten zijn;
3. Welke business modellen mogelijk zijn;
4. Welke concrete vervolgstappen gewenst zijn.

Tot slot wordt een aantal algemene beschouwingen en conclusies geschetst en aanbevelingen gedaan voor vervolgacties.

2 FOSFORHOUDENDE PRODUCTEN – STRUVIET

2.1 Stand van zaken

2.1.1 Productie en opbrengsten

Struviet wordt momenteel op 7 rwzi's in Nederland geproduceerd met speciaal daarvoor gebouwde installaties. De aanleiding voor de productie van struviet op een rwzi is verschillend, in alle gevallen leiden meerdere operationele en procestechnologische aspecten tot een operationeel en financieel voordeel. Een verbeterde slibontwatering bij een lager PE verbruik biedt voor het waterschap over het algemeen het belangrijkste voordeel. Ook operationele knelpunten als gevolg van scaling worden voorkomen door de winning van struviet. In een totaalconcept van de energie- en grondstoffenfabriek waarbij thermische drukhydrolyse van surplusslib en vergisting bij een verhoogde organische belasting wordt toegepast, biedt struvietwinning een gunstig effect op de totale bedrijfsvoering (voorkomen van scaling, verbeterde ontwatering, secundaire fosforwinning).

Struviet wordt geproduceerd door de toevoeging van een magnesiumzout ($MgCl_2$ of $Mg(OH)_2$) in combinatie met eventueel een pH correctie aan een ortho-fosfor en ammonium houdende deelstroom. Hierbij vindt spontane kristallisatie van struviet plaats. Struviet is een samengesteld zoutkristal dat bestaat uit de onderdelen magnesium, ammonium en fosfor (chemische samenstelling: $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$). Struviet kan zowel worden gevormd uit uitgedist slib (Airprex) als uit het zogenaamde rejectiewater: het water dat vrijkomt bij de ontwatering van uitgedist slib (Pearl, Phospaq, NuReSys). Een groter aandeel van Bio-P slib (het slib dat ontstaat bij toepassing van biologische fosforverwijdering in de zuivering) is positief voor de business case¹.

Tabel 2 Struviet productielocaties in Nederland (situatie december 2016)

| Locatie | Organisatie | Proces | Tonnage per jaar (DS) |
|-------------------------------------|--|--------------------------|------------------------|
| RWZI Echten | Waterschap Drents en Overijsselse Delta | Airprex | 2 |
| RWZI Amsterdam -West | Waterschap Amstel Gooi en Vecht | Airprex | 900 |
| RWZI Land van Cuijk | Waterschap Aa en Maas | NuReSys | 150 |
| RWZI Apeldoorn | Waterschap Vallei en Veluwe | NuReSys | 900 |
| RWZI Amersfoort | Waterschap Vallei en Veluwe | Pearl (Ostara) | 900 |
| RWZI Olburgen | Waterschap Rijn & IJssel (+Waterstromen) | Phospaq | 150 (1.000 incl Aviko) |
| RWZI Tilburg-Noord | Waterschap De Dommel | Phospaq | 400 |
| Totaal | | ton struviet/jaar | 3.402 |
| - Uitgedrukt in fosfor | | ton P/jaar | 426 |
| - Uitgedrukt in P_2O_5 (meststof) | | ton P_2O_5 /jaar | 985 |
| - Bijdrage Stikstof | | ton N/jaar | 193 |
| - Bijdrage Magnesium | | ton Mg/jaar | 334 |

¹ STOWA 2011-24. Fosfaatterugwinning in communale afvalwaterzuiveringsinstallaties

Struviet is een goede grondstof voor de productie van een meststof of meststofmengsel die gewassen voorziet van de macro-nutriënten fosfor en stikstof en het micro-nutriënt magnesium. De verontreiniging met zware metalen is lager dan die van P-meststoffen geproduceerd uit fosfaaterts. De afzet en toepassing van struviet kent diverse routes. De bemestende werking van struviet is afhankelijk van het type bodem. Het wordt als basis grondstof in de kunstmestproductie aangewend of als een (eind)product dat direct wordt toegepast, meestal gemengd met andere meststoffen zodat een evenwichtige meststof wordt gevormd.

Een goed voorbeeld in het licht van de in deze studie gebruikte Business Model Canvas benadering is de volledig ontwikkelde afzetketen voor een P-houdend eindproduct uit de waterketen: de productie van Crystal Green® van de firma Ostara. Deze route met een hoge toegevoegde waarde bestaat uit het struviet korrelproduct uit een Pearl-reactor. Dit struvietproduct wordt geproduceerd in een fluïde-bed reactor waarna het korrelproduct ter plaatse in specifieke korrelgrootte geclassificeerd wordt. Het product wordt uiteindelijk afgezet onder de merknaam Crystal Green®. Deze productie- en afzetroute wordt door de firma Ostara uit Canada, gefaciliteerd en is volledig gecertificeerd en geborgd. Ostara levert de technologie en het ontwerp van de Pearl-reactor en verzorgt tijdens exploitatie de procestecnologische kwaliteitscontrole met als uiteindelijk doel te komen tot een constant goede kwaliteit Crystal Green®. Het product wordt uiteindelijk door Ostara van het waterschap op de rwzi afgenomen, betaald en afgezet onder een door Ostara beheerd kwaliteitsprotocol. Crystal Green® is REACH gecertificeerd en voldoet aan de regels uit de Europese fertilizer regulation en wordt daarmee niet als afvalstof aangemerkt. Op de rwzi Amersfoort is dit systeem sinds voorjaar 2016 in bedrijf.

De overig genoemde technologieën zijn veelal gericht op de precipitatie van struviet uit verschillende matrices, die meestal onder wisselende omstandigheden plaatsvindt. Deze struviet soorten worden veel als basisgrondstof voor de kunstmestproductie toegepast bijvoorbeeld door de firma ICL, Memon, Timac Agro of Melspring of in de verrijking van Champost². Struviet wordt hierbij ingepast in de bulk van P- en N-houdende grondstoffen. De productiefaciliteiten voor deze struvietsoorten zijn eenvoudiger van aard en vergen daarmee een lagere investering. Veelal vindt hygiënisatie plaats bij de ontvangstinstallatie. De afzet vindt plaats onder het regiem van de Nederlandse regelgeving (afvalstoffenregelgeving of meststoffenregelgeving). REACH-registratie dient afzonderlijk plaats te vinden. Het struviet van rwzi Amsterdam-West en rwzi Apeldoorn is REACH gecertificeerd via de registratie door Berliner Wasserwerke en wordt bijvoorbeeld afgezet naar ICL in Amsterdam.

De kunstmestproducenten opereren in een wereldmarkt waarin de waterschappen een zeer kleine speler zijn: gezamenlijk leveren ze minder dan 1% van de grondstoffen.

2.1.2 Wettelijk kader

In december 2015 heeft de Energie- en Grondstoffenfabriek in samenwerking met het Nutriëntenplatform en AquaMinerals een factsheet uitgebracht over de afvalstatus van struviet³. Dit naar aanleiding van gewijzigde regelgeving per 2015. Onderstaande is afkomstig uit dit factsheet waarin tevens meer specifieke regeltechnische informatie is te vinden.

Om struviet in de handel te kunnen brengen, moet eerst vastgesteld worden of het een afvalstof is of niet. Voor afvalstoffen moet rekening worden gehouden met de regelgeving voor afvalstoffen. Voor niet-afvalstoffen geldt dat de Europese chemicaliënverordening REACH van toepassing kan zijn. Vervolgens is de vraag voor welke toepassing het struviet op de markt wordt gebracht. Voor toepassing als meststof gelden de regels uit de Meststoffenwet waarin struviet is toegelaten als meststof onder de noemer "teruggewonnen fosfaten". Zowel struviet met de status van afvalstof als niet-afvalstof kan als meststof verhandeld worden. Voor andere toepassingen is een afvalstatus een lastige barrière omdat veel bedrijven geen afvalstoffen kunnen of mogen ontvangen.

Uit afvalwater of slib teruggewonnen fosfor, conform de Wet milieubeheer, is per definitie een afvalstof. Als het voldoet aan de regels uit de EU fertilizer regulation wordt het niet aangemerkt als afvalstof. Voorheen was het toepassen en verhandelen van de afvalstof struviet als meststof mogelijk, mits de stof vermeld werd in bijlage Aa van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (reststoffen die als meststof mogen worden toegepast). Dit is sinds 2015 veranderd door een aantal wijzigingen in de wet- en regelgeving.

² STOWA 2015 – 34. Verkenning van de kwaliteit van struviet uit de communale afvalwaterketen

³ Hoe zit het met...Struviet en de wet? Juridisch factsheet struviet. 'Nutrientplatform' en 'Energie en grondstoffenfabriek', versie 8 december 2015

Sinds begin 2015 is de categorie 'herwonnen fosfaten' opgenomen in het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet, dit maakt het mogelijk om herwonnen fosfaten, zoals struviet, te verhandelen als meststof in Nederland.

Rijkswaterstaat Leefomgeving biedt een online tool aan waarmee een producent zelf kan beoordelen of een stof een afvalstof, een bijproduct of een einde afvalstof is. Hiermee kan getoetst worden of het struviet voldoet aan de einde afval criteria.

Met het verlaten van de afvalfase valt struviet onder de REACH-verordening. Alle chemische stoffen die in Europa op de markt worden gebracht, moeten beoordeeld worden op hun risico's en per fabrikant geregistreerd worden. Voor struviet zijn er twee mogelijkheden:

- a. Een REACH-registratie doen;
- b. Gebruik maken van de uitzondering op de REACH-registratieplicht voor teruggewonnen stoffen door bijvoorbeeld aan te sluiten bij de registratie voor struviet die Berliner Wasserwerke heeft uitgevoerd.

2.2 Ontwikkelingen korte en middellange termijn

De productie van struviet op een RWZI wordt gunstig als er op meerdere bedrijfsvoeringaspecten voordelen worden bereikt. De toegepaste technologieën voor de vorming van struviet zijn min of meer bewezen. Los van optimalisaties in de procesvoering van de huidige toegepaste systemen, worden hier op de korte termijn geen grote ontwikkelingen verwacht.

Op basis van alleen de opbrengst uit de afzetprijs van struviet is een business case over het algemeen niet rond te krijgen. De voordelen in operationele zin, zoals verminderde onderhoudskosten, verminderde chemicaliënkosten en een verbeterde slibontwatering, maken struvietwinning doorgaans financieel mogelijk.

Overige ontwikkelingen die van belang zijn:

- Fertilizer directive en export:
In de EU wordt de fertilizer directive herzien en aangepast, hierin wordt struviet opgenomen. Deze wetgeving zal het verhandelen en transporteren van struvietproducten een stuk makkelijker maken.
- Omvang:
De hoeveelheid zal de komende jaren nog stijgen naar enkele duizenden tonnen door in gebruik name van nieuwe reactoren en procesverbeteringen bij de huidige reactoren, maar ook door verdergaande toepassing van grondstoffenfabrieken op rwzi's.
- Recycling norm:
In Duitsland is nieuwe wetgeving gemaakt voor fosfaat recycling. Het komt erop neer dat een rwzi minimaal 50% van het inkomende fosfaat moet recycleren. Dit mag zowel op de locatie als op een centrale plek. Dit percentage kan niet uitsluitend gehaald worden met de winning van struviet op een individuele rwzi. Deze zit in de orde van 30-40% P-recycling.

2.3 Business canvas model

2.3.1 Randvoorwaarden en 'operational window'

De kansen voor de productie van struviet op de rwzi zijn gekoppeld aan zowel procestechnische als schaalgrootte voorwaarden⁴. De belangrijkste procestechnologische voorwaarde is een voldoende aandeel van zogenaamd ortho-P (fractie opgeloste P) in (deel)stromen op de zuivering in combinatie met de aanwezigheid van een overmaat aan ammonium. Ortho-P dient in overmaat (> circa 75 mg/l) aanwezig te zijn in combinatie met een overmaat aan ammonium-N (>500 mg/l).

Afvalwater met deze ranges aan ammonium en ortho-P komt voor in de slibmatrix van uitgegist bio-P slib en in het rejectiewater (water dat vrijkomt bij de ontwatering van uitgegist slib) van installaties waar een bio-P proces wordt toegepast (bron voor ortho-P) in combinatie met een gisting van het surplusslib (bron voor ammonium). Via het rejectiewater is in theorie 20% tot 45%⁵ van de hoeveelheid inkomend fosfor terug te winnen, e.e.a. afhankelijk van de mate waarin poly-P (biologisch gebonden P) in de slibverwerkingsketen op de zuivering kan worden vrijgemaakt en benut voor struvietproductie.

De financiële haalbaarheid vereist een (surplusslib hoeveelheid) schaalgrootte van 300.000 tot 500.000 i.e.

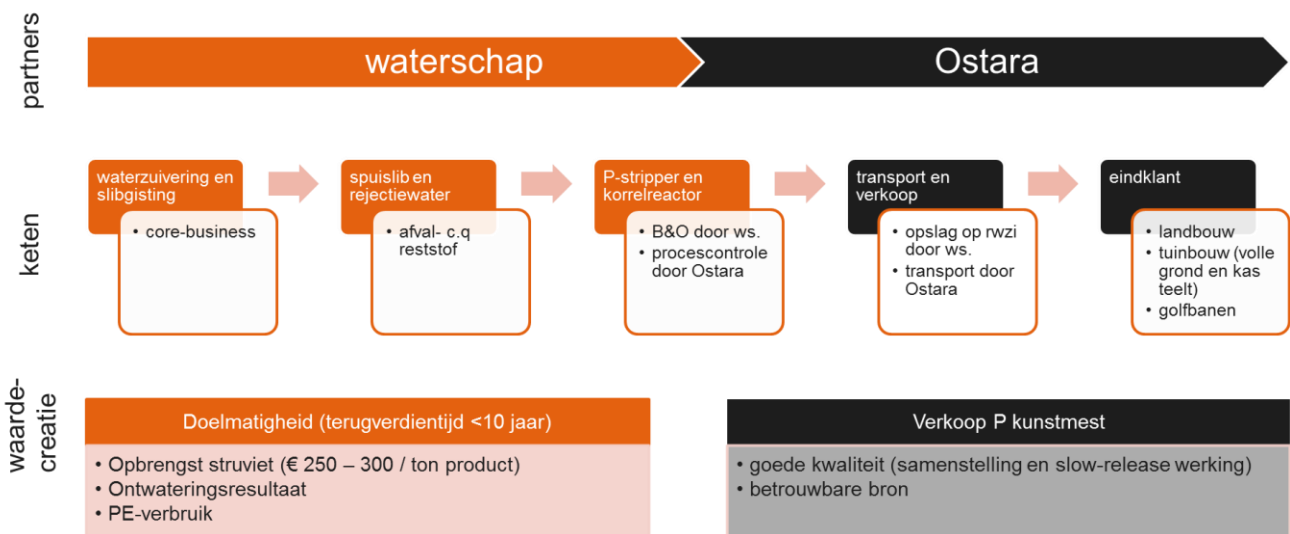
⁴ STOWA 2011-24. Fosfaat teruggewinning in communale afvalwaterzuiveringsinstallaties

⁵ idem

2.3.2 Afzetketen: Struviet voor slow-release P-kunstmest

De productie van Crystal Green® via een Pearl reactor van Ostara kent een bepaalde schaalgrootte vanwege het gestandaardiseerde reactor type. De minimale capaciteit wordt bepaald door de Pearl 2000 reactor, gelijk aan een productiecapaciteit van 2000 kg Crystal Green® per dag. Dit komt overeen met een beschikbare ortho-P hoeveelheid van circa 260 kg/d. In STOWA-rapport 2011-24 wordt gesteld dat een effectieve terugwinning van fosfor via de struvietroute kan plaatsvinden op basis van het slib van **minimaal 300.000 i.e.** Dit geldt in elk geval voor de toepassing van het Pearl – Crystal Green® systeem van Ostara vanwege het daarvoor vereiste reactortype.

De afzetroute via Ostara is een volwassen waardeketen, waarin twee ketenpartners een duidelijke bijdrage leveren en elk waarde verzilveren. Het geproduceerde struviet is direct een eindproduct met een specifieke (meer)waarde en wordt door Ostara vermarkt.

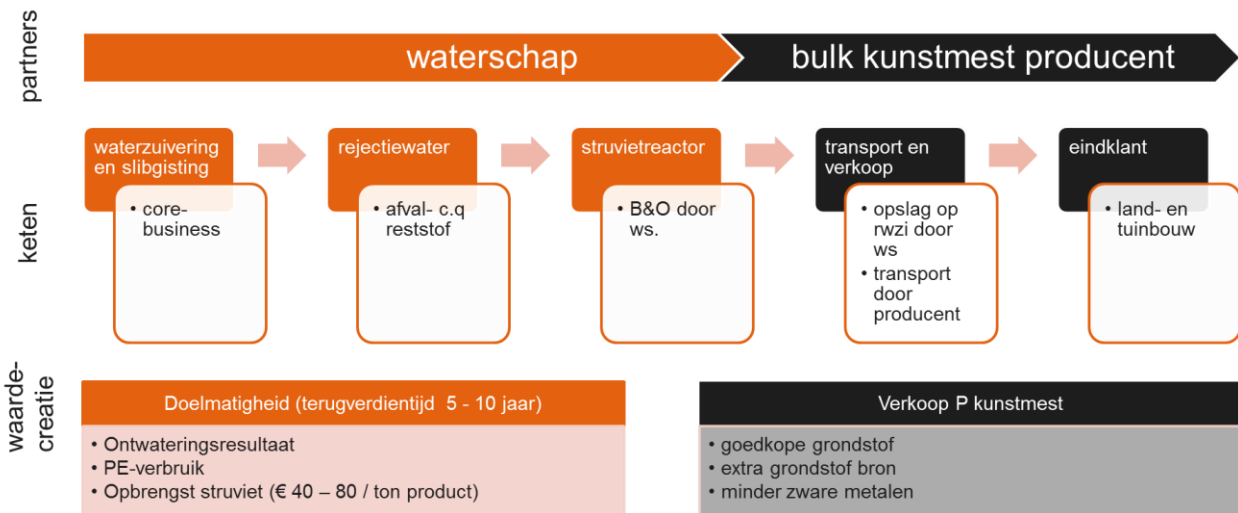


| | | | | |
|--|---|---|--|---|
| Key Partners | Key Activities Bedrijfsvoering van de stripper en korrelreactor Key Resources Procesbeheersing voor afzet en kwaliteit binnen toegestane marges. Contract | Value Proposition Eindproduct of halfproduct voor kunstmest-menger. <ul style="list-style-type: none"> betrouwbare en constante bron N+P+Mg bron circulaire bron competitieve prijs | Customer Relationships Langdurige relatie gewenst i.v.m. terugverdientijd. Ostara 'kijkt mee' in proces om kwaliteit te beheersen Channels Kleine opslag op rwzi. Transport per vrachtwagen door Ostara | Customer Segments OSTARA Slow-release P kunstmest <ul style="list-style-type: none"> N-P-Mg benut lost op in zuur milieu duurzaam door winning en productie duurzaam door gecontroleerde beschikbaarheid van P |
| Cost Structure onderhandelingen . Investering en operationele kosten voor stripper en korrelreactor en bijkomende zaken. | | Revenue Streams Opbrengst verkoop struviet. Doelmatigheidswinst in slibverwerking. | | |

2.3.3 Afzetketen: Struviet voor bulk P-kunstmest

De productie van struviet als precipitaat uit een slibmatrix (Airprex) of rejectiewater kent meerdere procesvormen die technisch inhoudelijk min of meer vergelijkbaar zijn maar over het algemeen eenvoudiger van opzet zijn in vergelijking tot het Pearl proces met betrekking tot productopwerking, kwaliteitscontrole en -borging. Dit soort processen (NuReSys, Phospag e.d) zijn minder gebonden aan een reactor configuratie en kunnen in principe op een kleinere schaal toegepast worden.

Het winningsrendement voor Airprex struviet bedraagt 10 – 15% ten opzichte van de totaal-P influentvracht.⁶ De overige technieken op rejectiewater hebben op basis van indicatieve berekeningen een terugwinningsrendement van 10% tot 25%. De business case zal van geval tot geval verschillen, maar Bio-P en slibgisting blijven essentiële voorwaarden. Over het algemeen komt deze combinatie, vooral vanwege de noodzaak tot de aanwezigheid van een slibgisting voor op de gemiddeld wat grotere installaties (>300.000 i.e.). Dit past ook in de veel toegepaste centralisatie van slibverwerkingscapaciteit op specifieke (grotere) installaties.



| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| <p>Key Partners</p> <p>Aqua Minerals</p> <ul style="list-style-type: none"> • om de afzet te 'regelen'. • regelgeving afvalstoffen-status <p>Unie van Waterschappen</p> <ul style="list-style-type: none"> • lobby einde afvalstatus • aansluiting bij circulair beleid | <p>Key Activities</p> <p>Bedrijfsvoering van struvietreactor</p> | <p>Value Proposition</p> <p>Grondstof voor bulk P kunstmest.</p> <ul style="list-style-type: none"> • N+P+Mg bron • competitieve prijs • redelijk constante kwaliteit • weinig zware metalen | <p>Customer Relationships</p> <p>Korte termijn om zekerheid van afzet te hebben</p> | <p>Customer Segments</p> <p>Bulk P kunstmest</p> <ul style="list-style-type: none"> • struviet is niche (1% van aanvoer) • lage prijs / goedkope grondstof |
| <p>Key Resources</p> <p>Marktcontacten</p> <p>Contract onderhandelingen.</p> | | <p>Channels</p> <p>Kleine opslag op rwzi. Transport per vrachtwagen</p> | | |
| <p>Cost Structure</p> <p>Investing en operationele kosten voor struvietreactor en bijkomende zaken (lagere kosten dan bij Ostara).</p> | | | <p>Revenue Streams</p> <p>Vooral doelmatigheidswinst in slibverwerking. Opbrengst verkoop struviet = kleine bijdrage. Door lagere investering is terugverdientijd concurrerend met Ostara-route.</p> | |

⁶ STOWA 2011-24. Fosfaatterugwinning in communale afvalwaterzuiveringsinstallaties

De vermelde opbrengst van struviet is eind 2016 verbeterd. Waar eerder ca. € 20 – 40 per ton struviet werd geboden, is de prijs nu gestegen naar ca. € 65,- (franco geleverd Amsterdam, waarbij het waterschap de kosten van het transport draagt). De verbeterde prijs is waarschijnlijk het effect van de gezamenlijke afzet via Aqua Minerals, waardoor de positie van de waterschappen ten opzichte van de afnemer is versterkt. Met andere partijen in de organo-minerale sector (combinaties van struviet met andere reststromen/mest) lopen contacten en proeven waarbij voor grote volumes een prijs van meer dan ca. € 80,-/ton (transport voor rekening van de afnemer) als haalbaar is opgegeven door marktpartijen.

2.4 Conclusies en advies

Conclusies

Het terugwinnen van de grondstof struviet gebeurt in eerste instantie uit efficiency overweging in het zuiveringsproces. Hoe de gewonnen grondstof vermarkt wordt, is van secundaire invloed op de investeringsbeslissing.

Voor terugwinning van struviet komen grotere installaties (>300.000 i.e.) in aanmerking waar een bio-P proces wordt toegepast in combinatie met een gisting van het surplus slib en/of centrale slibverwerkingslocaties.

Voor de grondstof struviet zijn reeds twee verschillende afzetketens in een technisch volwassen stadium: afzet als slow-release P-kunstmest en afzet als bulk P houdende grondstof voor de kunstmest productie. Beide routes verschillen in kansen van toepassing, schaalgrootte, aanvangsinvestering en operationele kosten maar ook in opbrengst per ton product. Welk van beide routes in een specifiek geval het meest gunstig is, zal per geval bekeken moeten worden. Dit kan via een aanbesteding van een struvietinstallatie, al dan niet inclusief een meerjarig afname contract.

Advies

Wij achten deze markt door de waterschappen eenvoudig te betreden, er zijn geen technische bottlenecks en er wordt momenteel hard gewerkt om ook aan de juridische zijde wettelijk groen licht te krijgen voor het inzet van struviet als P-houdende grondstof voor de kunstmestproductie. Op de markt voor bulk P houdende grondstof is de verwachting dat op korte termijn meerdere potentiële grondstoffen afnemende marktpartijen toetreden.

Kennisuitwisseling rondom struvietwinning tussen waterschappen is gewenst op het gebied van juridische aspecten maar ook bijvoorbeeld een analyse van de Total Cost of Ownership (nacalculatie van gerealiseerde en operationele projecten) van bestaande installaties. In een kennisuitwisselings-groep tussen [Aa & Maas](#), [Amstel Gooi Vecht](#), [De Dommel](#), [Drents Overijsselse Delta](#), [Rijn & IJssel](#), [Vallei & Veluwe](#) en [Aqua Minerals](#) kan een betere uitwisseling plaatsvinden om gezamenlijk processen te verbeteren.

3 FOSFORHOUDENDE PRODUCTEN – VERBRANDINGSASSEN

3.1 Stand van zaken

De twee mono-slibverbrandingsinstallaties SNB en HVC verwerken in totaal gezamenlijk 50 – 55% van het Nederlandse zuiverings-slib van Waterschappen. Het fosfor aanwezig in het zuiverings-slib wordt volledig geconcentreerd in de verbrandingsassen.

In het verleden is onderzoek uitgevoerd naar de afzet van deze assen naar het voormalige Thermphos (Vlissingen). Onder bepaalde voorwaarden kon een deel van deze assen via deze route gebruikt worden als grondstof voor de productie van elementair fosfor. Sinds het faillissement van Thermphos (2012) is deze route niet meer beschikbaar.

Een alternatieve afzetroute naar de firma Ecophos is sindsdien verder ontwikkeld, waarbij de volledige hoeveelheid as van zowel HVC en SNB kan worden aangewend als grondstof voor de productie van chemische fosforhoudende producten (o.a. fosforzuur, meststoffen en diervoederadditieven). Ecophos bouwt hiervoor momenteel in Duinkerken (F) een fabriek. Hier gaan ook andere bronnen van fosforhoudende minerale grondstoffen ingenomen worden. Fosfor wordt in dit proces met een rendement van circa 90% teruggewonnen. HVC en SNB trekken gezamenlijk op bij de afzet van hun verbrandingsassen naar Ecophos en hebben inmiddels een overeenkomst getekend met Ecophos. Naar verwachting wordt deze route vanaf medio 2018 operationeel.

De verwerkingscapaciteit van de verbrandingsinstallaties van HVC en SNB is vrijwel volledig bezet. HVC kent nog enige ruimte, SNB is meer dan volledig belast. Een groei in de terugwinning van fosfor via verbrandingsassen in Nederland is daarmee niet te verwachten.

De deelnemende waterschappen binnen de Gemeenschappelijke Regeling Slibverwerking (GR-slibverwerking) van NV HVC zijn:

- Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
- Hoogheemraadschap van Delfland
- Hoogheemraadschap van Rijnland
- Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard
- Waterschap Hollandse Delta
- Waterschap Rivierenland.

De aandeelhouders van SNB zijn:

- Waterschap Aa en Maas
- Waterschap Brabantse Delta
- Waterschap De Dommel
- Waterschap Rivierenland
- Waterschap Vechtstromen
- Waterschap Scheldestromen

Naast het slib van deze waterschappen wordt bij SNB en HVC ook slib van anderen verwerkt, zoals industrieën en waterschappen met een meerjaren contract (HDSR, Fryslân en Limburg).

Het CBS geeft voor het jaar 2014 de volgende hoeveelheden fosfor (P) in stedelijk afvalwater en slib. Totaal is 13.523 ton P per jaar aangevoerd naar de rwzi's (influent). Hiervan komt via het zuiverings-slib 10.918 ton P per jaar vrij. De totale hoeveelheid fosfor die via deze as-route vanaf medio 2018 nuttig kan worden aangewend, bedraagt zodoende 4.900 – 5.400 ton P/jaar (cijfers 2014).

Door de verkoop van verbrandingsassen aan Ecophos zullen de bedrijfsvoeringskosten voor de verwerking van slib bij zowel SNB als HVC afnemen. Het financieel voordeel zal resulteren in een lager slibverwerkings-tarief. Hoe het voordeel uiteindelijk met de aanbieders van slib en/of eigenaren van de installaties wordt verrekend, is onbekend.

3.2 Welke route toe te passen?

Zoals aangegeven bestaan er in hoofdlijnen 2 routes om tot de terugwinning van fosfor uit de communale afvalwaterketen te komen:

1. De **struviet route** waarbij uit een deelstroom of het uitgegist slib op een rwzi struviet kan worden gevormd, afgescheiden en afgezet als grondstof voor kunstmestproductie. Deze route heeft meestal naast het fysiek kunnen terugwinnen en verkopen van fosfor houdende producten ook belangrijke doelmatigheidsvoordelen in de exploitatie van een rwzi.
2. De **as-route** waarbij het slib integraal wordt verbrand bij SNB of HVC en het verbrandingsas wordt toegepast bij Ecophos in Frankrijk als P-houdende grondstof (erts vervanger) voor de productie van kunstmest producten en chemische producten.

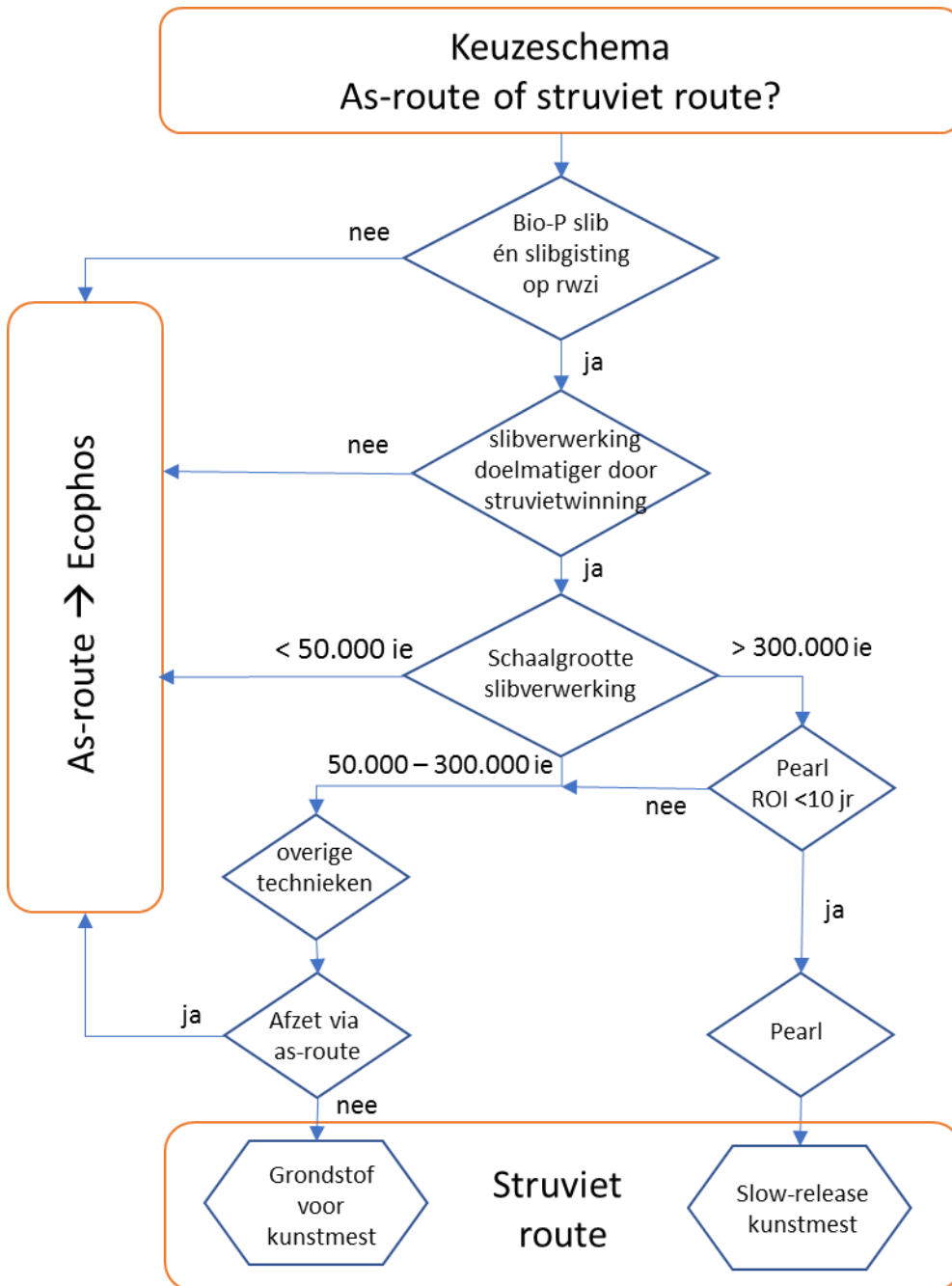
Onder de voorwaarde dat fosfor terugwinning bijdraagt aan het bereiken van duurzaamheidsdoelstellingen, zal de keuze voor een specifieke terugwin-route voor fosfor in het licht van de totale slibverwerkingsketen beschouwd dienen te worden.

Wanneer de slibeindverwerking bestaat uit verbranding van zuiveringsslib bij HVC of SNB, wordt vanaf 2018 aangehaakt bij de terugwinning van fosfor uit de verbrandingsassen via de Ecophos-route (zie hoofdstuk 3). Dit initiatief is momenteel in ontwikkeling. Uit oogpunt van een efficiënte terugwinning kan het daarmee gunstiger zijn fosfor in het slib te laten en de winning van secundair fosfor via de as-route te laten verlopen. Veel waterschappen die het slib via deze route laten verwerken, sluiten automatisch aan bij deze terugwinroute. In die gevallen kan struvietwinning in de slibketen voorafgaand aan verbranding ongunstig zijn, omdat de gehalten aan fosfor in de verbrandingsassen daardoor dalen.

Er zijn echter ook voorbeelden dat struvietvorming op de RWZI wel gunstig is voor het beheer van de RWZI (verbeterde slibontwatering). Het kan hierbij interessant zijn het gevormde struviet af te voeren met het overige ontwaterde slib naar HVC of SNB. In dat geval zal echter de stikstofcomponent van het struviet niet worden benut, omdat dit vervluchtigt tijdens het verbrandingsproces.

De bestaande mono-slibverbrandingsinstallaties in Nederland hebben vrijwel geen restcapaciteit. Daardoor is er via deze route geen uitbreiding van hoeveelheid terug te winnen fosfor te verwachten. Sommige waterschappen die hebben gekozen voor fosforterugwinning via de as-route, hebben rwzi's waar het toch interessant is om struviet terug te winnen, bijvoorbeeld om redenen van bedrijfsvoering en/of doelmatigheid. Het is te overwegen om dit gewonnen struviet af te zetten via de organische en of kunstmestroute en het slib waaruit de struviet is gewonnen te leveren aan een andere slibverwerker. In plaats daarvan zou de vrijgekomen ruimte in de as-route dan weer moeten worden aangevuld met (fosfaatrijk / 'niet-Bio P) slib van waterschappen zonder contract naar de as-route. Zo wordt de hoeveelheid struviet die naar de markt wordt afgezet vergroot met behoud van afspraken over hoeveelheden slib die aan de as-route worden aangeboden. Of deze uitwisseling praktisch, financieel en juridisch haalbaar is, zal nader onderzocht moeten worden.

De keuze welke route uiteindelijk per specifieke rwzi of groep van rwzi's bij gecentraliseerde slibverwerking, het meest gunstig is, is afhankelijk van een aantal randvoorwaarden. Met behulp van onderstaand keuzeschema kan de specifieke route worden bepaald.



Figuur 4 Keuzeschema as-route of struviet route?

3.3 Conclusies en advies

Conclusies

De as-route is de afgelopen jaren intensief ontwikkeld, vergunning en beleidstechnisch is de route op nationaal en Europees niveau volledig voorbereid, de contracten zijn ondertekend en de verwerkingsinstallatie wordt momenteel in Duinkerken gebouwd. Volgens de planning wordt deze route operationeel vanaf medio 2018. Vanaf dat moment zal de afvoer van as naar Ecophos geleidelijk opgevoerd gaan worden, is de verwachting.

De beide mono-slibverbrandingsinstallaties hebben vrijwel geen capaciteit meer beschikbaar. Daardoor is er via deze route geen uitbreiding van hoeveelheid terug te winnen fosfor meer te verwachten.

De waterschappen die aandeelhouder zijn van een van beide partijen zijn daaraan langjarig verbonden. Zij ontwikkelen samen met de beide partijen beleid voor de toekomst. Voor een landelijke samenwerking tussen alle waterschappen is voor deze route geen rol weggelegd.

Advies

Sommige waterschappen die hebben gekozen slibafzet via de as-route, hebben installaties waar het toch interessant is om struviet terug te winnen vanwege bedrijfsvoerings redenen. Het is te overwegen om dit gewonnen struviet af te zetten naar een kunstmest route en het slib waaruit de struviet is gewonnen uit te wisselen met fosfaatrijkslib van een ongebonden waterschap. Op deze manier wordt de hoeveelheid struviet die naar de markt wordt afgezet vergroot met behoud van afspraken over hoeveelheden slib die aan de as-route worden aangeboden. Of deze uitwisseling praktisch, financieel en juridisch haalbaar is, zal nader onderzocht moeten worden.

4 CELLULOSE

4.1 Stand van zaken

Cellulose in huishoudelijk afvalwater is hoofdzakelijk afkomstig van toiletpapier (papiervezels). Elke Europeaan / Nederlander gebruikt ca 10-14 kg wc-papier per jaar. Het is niet de verwachting dat dit gebruik op de middellange termijn zal afnemen. In potentie zit in het Nederlandse communale afvalwater hiermee meer dan 180.000 ton droge stof cellulose. Deze cellulosevezels kunnen met behulp van bijvoorbeeld fijnzeven (maaswijdte < 0,5 mm) en ook andere technieken uit het ruwe afvalwater verwijderd worden. Hierbij ontstaat zeefgoed: een steekvaste perskoek (ca. 30% droge stof) waarvan een groot deel (>80%) bestaat uit (hemi)-cellulose.

De cellulose die op deze manier kan worden teruggewonnen (na scheiding en in de meeste gevallen na een of meerdere opschoonstappen), kan in principe hergebruikt worden. Deze cellulose bron wordt over het algemeen aangemerkt als goed en is minimaal vergelijkbaar met oud papier.

Voor zover nu bekend kan cellulose op 3 manieren worden teruggewonnen: uit het influent, uit primair slib en uit het beluchtingscircuit van een zuivering. In deze studie gaan we in op de eerste en tweede methode, over de derde methode is nog weinig bekend.

4.1.1 Terugwinning uit influent

Cellulose kan teruggewonnen worden uit influent. Tot op heden zijn in alle gevallen waar full-scale fijnzeving wordt uitgevoerd, Salsness fijnzeven toegepast. Daarnaast zijn er ook proeven uitgevoerd met trommelzeven (Blaricum / Hilversum), zeefbochten en een technologie van het Israëlische bedrijf Applied CleanTech (ACT technologie).

Door bijvoorbeeld fijnzeven in te zetten op het influent van rwzi's wordt droge stof en organische stof afgescheiden. Dit heeft de volgende voordelen:

- De belasting van de waterlijn wordt lager wat financieel voordeel oplevert, doordat minder energie nodig is voor de beluchting en minder slib wordt geproduceerd. Ook kan hierdoor mogelijk een investering voor uitbreiding van de rwzi worden voorkomen – fijnzeven worden veelal ook toegepast vanuit oogpunt van doelmatigheid. De terugwinning van cellulose is daarmee dan een bijvangst. Het is nog onduidelijk hoeveel energie de fijnzeven zelf nodig hebben tijdens operatie; in 2017 wordt dit op rwzi Aarle Rixtel getest.
- Het ontwaterde zeefgoed heeft een hoger drogestofgehalte dan ingedikt zuiverings-slib, waardoor de afvoer ervan financieel gunstiger is ten opzichte van ontwaterd zuiverings-slib.
- Het zeefgoed bestaat voornamelijk uit cellulose en kan mogelijk, na opwerking, nuttig worden toegepast als grondstof voor bijvoorbeeld isolatiemateriaal, afdruipremmers in asfalt, bio-composiet plaatmateriaal, polymelkzuur, bio-ethanol (STOWA 2012-07) maar ook als hulpstof bij de ontwatering van zuiverings-slib.

Inmiddels worden er diverse proeven gedaan met andere scheiding technologieën die de potentie hebben om goedkoper te zijn, mogelijk effectiever, en ook leiden tot meer marktcompetitie. Verder wordt een aantal aannamen (o.a. over efficiency en economische effecten van de Salsness zeef op de prestaties van de zuivering en de slibproductie) getoetst binnen het project Screencap (fijnzeef op Aarle Rixtel). Dit project is eind 2016 gestart.

De hoeveelheid terug te winnen cellulose uit influent wordt geschat op minimaal circa 50.000 ton. In 2017 wordt op de volgende zuiveringen naar verwachting 2.435 ton zeefgoed (droge stof) afgescheiden met cellulosewinning als doel of bijvangst:

- Aarle-Rixtel,
- Beemster,
- Geestmerambacht,
- Blaricum,
- Ulrum,
- Uithuizermeeden.

De nuttige toepassing en afzet van zeefgoed en opgewerkt cellulose uit zeefgoed is in ontwikkeling. Een eerste demonstratieproject waarbij cellulose uit zeefgoed is toegepast als zogenaamde afdruiptremmer in asfalt (VAZENA project) heeft recent (september 2016) veel publiciteit gehad⁷.

4.1.2 Terugwinning uit primair slib

Als er op een zuivering een goed functionerende voorbezinktank aanwezig is, is terugwinning van cellulose uit primair slib efficiënter dan winning uit influent⁸. De hoeveelheid terug te winnen cellulosevezels uit primair slib wordt ingeschat op circa 40.000-65.000 ton droge stof per jaar. Door inzet van relatief eenvoudige technieken, bekend vanuit de papierindustrie, kan een significant deel van de cellulosevezels op grote installaties van ca. 500.000 i.e uit primair slib worden teruggewonnen en vermoedelijk ook in een hogere zuiverheid.

Het verwijderen van de cellulosevezels uit primair slib heeft gevolgen voor de hoeveelheid energie die kan worden teruggewonnen: afhankelijk van de mate van biologische afbraak van cellulosevezels in de gisting, kan er minder biogas worden geproduceerd. Overigens moet hierbij de kanttekening worden gemaakt, dat de productie van energie in hoge mate gesubsidieerd is met landelijke middelen (SDE), terwijl de inzet van grondstoffen dat niet is.

4.2 Ontwikkelingen korte en middellange termijn

Het afscheiden van zeefgoed met een Salsness fijnzeef uit influent wordt inmiddels in de praktijk toegepast. Alternatieve technieken om zeefgoed af te scheiden (zowel uit influent, primair slib als uit actief slib) worden onderzocht, maar zijn nog niet in de praktijk toegepast. Andere leveranciers zijn o.a. Hubert Stavoren, Bellmer GmbH, Voith Meri Environmental Solutions, Vis BV, Huber en diverse trommelzeven.

Methoden voor de opwerking van zeefgoed (technologieën) en toepassing van cellulose (marktproductcombinaties) zijn nog volop in ontwikkeling en bieden goede potentie om invulling te geven aan doelstellingen met betrekking tot circulaire economie. Hierbij worden voor cellulose in hoofdlijnen twee routes onderscheiden:

1. Toepassing van de opgewerkte cellulose als vezel (afdruiptremmer, biocomposiet, isolatiemateriaal, hulpstof bij slib ontwatering e.a.);
2. Toepassing als koolstofbron voor de productie van chemicaliën, of afgeleide producten. Zoals de productie van PLA (polylactic acid) uit cellulose.

Hierbij kan de principiële vraag gesteld worden in welke keten de secundair gewonnen koolstof de hoogste waarde vertegenwoordigt. De productie van biogas via vergisting uit cellulose (in primair slib) kan daarmee op termijn wel eens als minder gunstig worden aangemerkt.

Voor de korte termijn zal de winning van cellulose uit zeefgoed op zuiveringen gaan toenemen. Met onder andere de uitbreiding van capaciteit op de rwzi Aarle Rixtel neemt de capaciteit toe tot 4.135 ton/jaar per eind 2018. Voor de periode 2019 – 2027 wordt een toename tot ruim 15.000 ton cellulose droge stof per jaar verwacht, onder andere door projecten door Wetterskip Fryslân en Waterschap Zuiderzeeland. De ambitie van de werkgroep Cellulose van de EFGF is om in 2027 naar 25 % cellulose droge stof te komen; een massa van ca. 45.000 ton droge stof.

Een voorbeeld van een project waarbij cellulose als grondstof voor de productie van een chemisch product wordt gebruikt is de productie van PLA (polylactic acid) uit cellulose. Momenteel loopt er een LIFE project bij HHNK in samenwerking met Attero, waar dit wordt onderzocht. Dit project moet eind 2017 zijn afgerond.

De ontwikkeling van nieuwe marktproductcombinaties, maar vooral het financieel volwassen en duurzaam krijgen van een dergelijke, vaak niche markt, zal de uitdaging vormen. Lopend onderzoek is voornamelijk gericht op het ontwikkelen van nieuwe toepassingen voor teruggewonnen cellulose. In alle gevallen is samenwerking met marktpartijen hierin essentieel. Om eenduidig en met voldoende schaalgrootte de markt te kunnen betreden, is samenwerking tussen de waterschappen erg belangrijk.

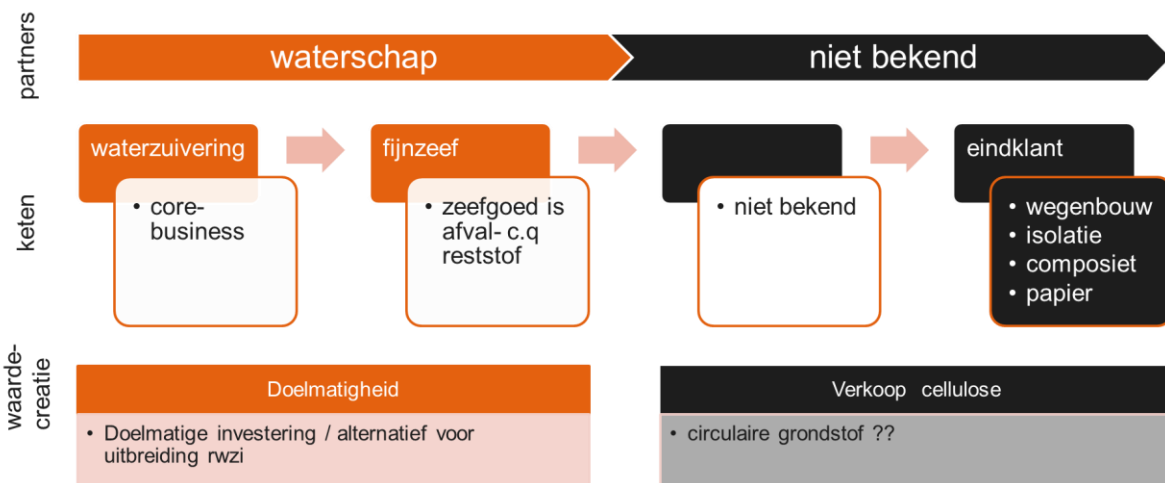
⁷ <http://www.efgf.nl/index.php?/producten/cellulose/>

⁸ STOWA 2016-18 “Verkenning haalbaarheid terugwinning cellulose uit primair slib”









4.3 Business canvas model

4.3.1 Afzetting: cellulose uit fijnzeven

Terugwinning van cellulose kan in principe op elke rwzi (met fijnzeven of uit primair slib), maar dat betekent niet dat het overal zinvol is. Onderstaande afbeeldingen tonen de huidige status van de waardeketen van cellulose waarbij winning van cellulose uit influent met fijnzeven is beschouwd. Deze keten wordt nu op diverse locaties toegepast en zorgt voor een significante hoeveelheid cellulose uit afvalwater. Er is een duidelijke wens tot aanbod vanuit de waterschappen, en daar is ook winst te boeken, vooral door de doelmatigheid van de investering in fijnzeven. De terugwinning van cellulose is dan ook vooralsnog een bijvangst voor de huidige installaties, die voornamelijk terugverdiend wordt uit interne kostenbesparing en doelmatigheidsvoordelen.



De afzetroute voor zowel cellulose gewonnen met fijnzeven als gewonnen uit primair slib, is nog lang niet duidelijk. Er zijn er verschillende afzetroutes, die bovendien sterk uiteenlopen. Sommige routes zijn in een demonstratieproject aangetoond, zoals de genoemde toepassing als afdruiptremmer in asfalt. Die onduidelijkheid over de meest aantrekkelijke waardeketen van cellulose blijkt ook uit het business model canvas, die nu (nog) generiek is benaderd. Veel elementen zijn route specifiek en variabel (zoals 'partners' en 'activities') en om die reden niet eenduidig ingevuld. Voor een specifiek bekende afzetroute is het business model canvas model beter in te vullen.

| | | | | | |
|---|--|--|--|---|--|
| Key Partners  n nb | Key Activities  n nb | Value Proposition  Grondstof of halfproduct voor allerlei toepassingen: <ul style="list-style-type: none"> • circulaire bron • ... | Customer Relationships  Langdurige relatie gewenst i.v.m. ontwikkeling, vinden van afzetmarkten, terugverdientijd. | Customer Segments  n nb | |
| Key Resources  n nb | | Channels  n nb | | | |
| Cost Structure n nb | | | Revenue Streams  Doelmatige uitbreiding met fijnzeef Minder slibafzet? | | |

Het verdient aanbeveling om de waardeketen per toepassing vorm te geven en verder uit te werken. Op basis van marktverkenningen door de werkgroep Cellulose van de EFGF en diverse STOWA-rapportages wordt een marktprijs voor opgewerkte cellulose van € 180 tot € 200 per ton cellulose droge stof realistisch geacht. Deze opbrengst is tot dusver in commerciële trajecten (nog) niet daadwerkelijk geboden door afnemers voor grote volumina. Voor de toepassing in asfalt zijn al wel contouren binnen handbereik. Aannemers in de asfaltindustrie lijken bereid prijzen vanaf € 200,- per ton afdruiptremmer te betalen⁹.

Voor de toepassing van herwonnen cellulose uit afvalwater (wc-papier) in de papier- en kartonindustrie worden geen haalbare ketens voorzien uit oogpunt van herkomst en imago. De vervolgstap is om dan te focussen op de meest veelbelovende waardeketens.

De belangrijkste driver en waarde voor de waterschappen is vooral de doelmatigheid van het zuiveringsbeheer. Die doelmatigheid is in enige mate afhankelijk van de schaalgrootte, maar vooral van het te behalen afscheidingsrendement van cellulose. Toepassing van fijnzeven lijkt vooralsnog het meest doelmatig bij rwzi's zonder voorbezinking.

4.3.2 Afzetketen: cellulose uit primair slib

Winning van cellulose uit primair slib wordt momenteel nog niet op praktijkschaal toegepast. Wel is praktijkonderzoek uitgevoerd¹⁰.

De scheidings- en opwerkkosten voor het winnen van cellulose uit primair slib zijn onderzocht in het Stowa rapport "Verkenning haalbaarheid terugwinning cellulose uit primair slib" (2016). Uit dit rapport blijkt dat indien de marktwaarde van de opgeschoonde en gedroogde vezel meer dan € 88 – € 140 /ton droge stof bedraagt (afgehaald RWZI), er een positieve business case kan ontstaan afhankelijk van de capaciteit (i.e.), afvoerkosten slib, en andere parameters. Dit is een vergelijkbaar prijsniveau als een lage kwaliteit oud papier (karton) dat bovendien meer lignine bevat. Het rapport is dan ook positief over de technische haalbaarheid en een mogelijke business case, hoewel er nog verificatie plaats dient te vinden met proefonderzoek.

De kosten voor terugwinning uit primair slib moeten vooral gedekt worden door een (beperkte) verlaging van energiekosten en verminderde slibafzetkosten. De business case is nog te beperkt bekend om in een business canvas model uit te werken maar zeker interessant om verder onderzoek naar uit te voeren.

⁹ Mondelinge mededeling werkgroep Cellulose EFGF, maart 2017

¹⁰ STOWA 2016-18, Verkenning haalbaarheid terugwinning cellulose uit primair slib

4.4 Conclusies en advies

Conclusies

Op dit moment wordt op een aantal zuiveringen cellulose teruggewonnen uit doelmatigheidsoverwegingen voor het zuiveringsproces. Bij pogingen afgelopen jaar om cellulose-houdend materiaal (zeefgoed) van rwzi-oorsprong tegen een (minimale) prijs op de markt te zetten, is gebleken dat de markt nog onvoldoende ontwikkeld is om een vergoeding te krijgen voor deze cellulose-houdende stroom. De markt dient nog verder ontwikkeld te worden.

Cellulose kan het meest kostenefficiënt worden teruggewonnen op rwzi's waar een zo hoog mogelijk afscheidingsrendement van zwevende stof/cellulose kan worden gehaald. Winning kan zowel uit zeefgoed als uit primair slib of actief slib plaatsvinden al naargelang de specifieke situatie en voorzieningen.

De afzet van Cellulose kent een tiental (en wellicht meer) mogelijke afzetroutes, verdeeld in vezel-routes en chemische routes. Een beperkt aantal daarvan is reeds verkend. De route als afdruiptremmer heeft veel pers gekregen en lijkt veelbelovend. Deze route kan potentie bieden voor een deel van de cellulose die de schappen gezamenlijk kunnen produceren.

Advies

Voor rwzi-cellulose is het nadrukkelijk noodzakelijk om de afzetmarkten verder te ontwikkelen. Daarvoor zijn een aantal eerste stappen gezet, echter om versnelling aan te brengen is extra gemeenschappelijke kracht gewenst. De waterschappen **Fryslân, Aa & Maas, Hollands Noorderkwartier en Zuiderzeeland** hebben zich bereid verklaard om hierin het voortouw te nemen.

Gezamenlijk zouden zich in de komende periode moeten gaan bezighouden met de volgende vraagstukken.

| Activiteit | Ruwe planning |
|--|---------------|
| Verdiepen in de bottlenecks in de hier geschetste business modellen/afzetroutes, zoals aanbesteding, leveringszekerheid en opwerking, en hier gezamenlijke actie op zetten om heldere waardeketens te krijgen; | Q2 - Q3 2017 |
| Inventarisatie van overige veelbelovende routes en uitwerken tot business cases, dit betekent onder andere gesprekken voeren met marktpartijen; | Q2 – Q4 2017 |
| Keuze maken voor een beperkt aantal afzetroutes (bijvoorbeeld 4) en deze daadwerkelijk gaan realiseren; | 2018 |
| Opgedane lessen en kennis delen met overige waterschappen. | 2018 |

5 NEO-ALGINAAT

5.1 Stand van zaken

Nereda korrelslib blijkt een interessante bron te zijn voor de winning van algiinaat. NEO-Algiinaat (NEreda Opgewekt Algiinaat) is een grondstof dat uit Nereda korrelslib kan worden geëxtraheerd. Dit algiinaat-achtig polysaccharide (ALE) tussenproduct is de grondstof voor de uiteindelijke toepassing van algiinaat. ALE is een waardevolle grondstof met een aantal unieke eigenschappen. Het kan water vasthouden, maar ook afstoten. Hierdoor heeft de grondstof diverse toepassingen in bijvoorbeeld de land- en tuinbouw, de papier- en de betonindustrie. Papier en karton kan ermee waterafstotend gemaakt worden en de uitspoeling van meststoffen in de landbouw kan ermee verminderd worden. Maar het kan ook bijvoorbeeld beton via betere uitharding een langere levensduur geven. ALE kan afhankelijk van de toepassing, rechtstreeks in producten worden gebruikt maar zal in gevallen eerst opgewerkt moeten worden tot een toepasbaar eindproduct.

Binnen het nationaal algiinaat onderzoeksprogramma (NAOP) werken diverse partijen samen (Waterschappen, Royal HaskoningDHV, STOWA, marktpartijen, kennisinstellingen). Ook de werkgroep Algiinaat van de EFGF is hierin betrokken. De diverse partijen werken hierin onder de voorwaarden van een NDA (non disclosure agreement) samen met marktpartijen. Bepaalde gegevens rondom het thema Algiinaat zijn daarmee niet openbaar. Onderzoek vindt plaats op het vlak van de eigenschappen en toepassingen van de teruggewonnen stof, en naar de beste methoden voor de winning. Maar ook door het bouwen van twee installaties voor ALE productie en het daadwerkelijk afzetten van algiinaat als grondstof. Zo werken de waterschappen met hun partners aan een duurzame, circulaire economie.

Door Waterschap Rijn en IJssel wordt naast de rwzi Zutphen een Nereda installatie voor de behandeling van restwater van Royal Friesland Campina (RFC) locaties Lochem en Borculo gebouwd. Op het surplus slib van deze Nereda installatie wordt een ALE extractie systeem gerealiseerd. Deze ALE heeft een goede kwaliteit, is zuiver van aard. De afzet is inmiddels gecontracteerd. Een niet nader te noemen industriële partij gaat het ALE opwerken tot een toepasbaar algiinaat product. De afzet van deze hoeveelheid ALE is gegarandeerd.

De extractie van NEO-Algiinaat uit slib afkomstig van huishoudelijk afvalwater wordt parallel ontwikkeld aan de installatie in Zutphen. Hiervoor bestaat het voornemen een extractie-installatie te bouwen op de rwzi Apeldoorn of Epe door waterschap Vallei en Veluwe. Het is al wel duidelijk dat de kwaliteit van deze communale ALE anders zal zijn. Zo bevat deze ALE een fractie humuszuren, dat voor toepassingen in de landbouw een pré is, maar voor andere toepassingen waarbij de kleur een rol speelt om verwijdering van deze humuszuren vraagt. De toepassing en daarmee de ontwikkeling van de business case voor dit type NEO-Algiinaat is nog onderwerp van onderzoek. De verdere ontwikkeling van een aantal potentieel interessant geachte toepassingsmogelijkheden lijkt in elk geval gerechtvaardigd.¹¹

De kostprijs voor de extractie varieert van circa € 1,- /kg droog product vanaf een installatie met een capaciteit van 200.000 i.e. tot meer dan € 2,50/kg bij een installatie kleiner dan 50.000 i.e. De kostprijs wordt over het algemeen voor meer dan 50% bepaald door kapitaallasten. Naar verwachting zal de kostprijs dalen na nader onderzoek en optimalisatie. Bij een capaciteit van meer dan 200.000 i.e worden neutrale tot negatieve operationele kosten verwacht. In dit geval is de kostprijs nagenoeg gelijk aan de kapitaallasten per kilogram geproduceerd ALE.¹²

5.2 Ontwikkelingen korte en middellange termijn

Vanwege de relatie van NEO-Algiinaat met het Nereda afvalwaterzuiveringsproces zijn toekomstige ontwikkelingen voorsnog gebonden aan de 5 bestaande of nieuwe Nereda installaties in Nederland. De Nereda technologie wordt momenteel wereldwijd uitgerold waardoor in potentie de kansen voor de winning van NEO-Algiinaat groot zijn.

De extractie-installaties in Zutphen en de opwerking van ALE zullen zich de komende jaren moeten bewijzen. Deze verwerkingsroute voor Nereda slib is geheel nieuw en biedt naar verwachting nog belangrijke optimalisatie kansen zowel technisch / technologisch als markt- en marketingtechnisch.

¹¹ Persoonlijke mededeling Paul Roeleveld (RHDHV) en Douwe Jan Tilkema (WsVV)

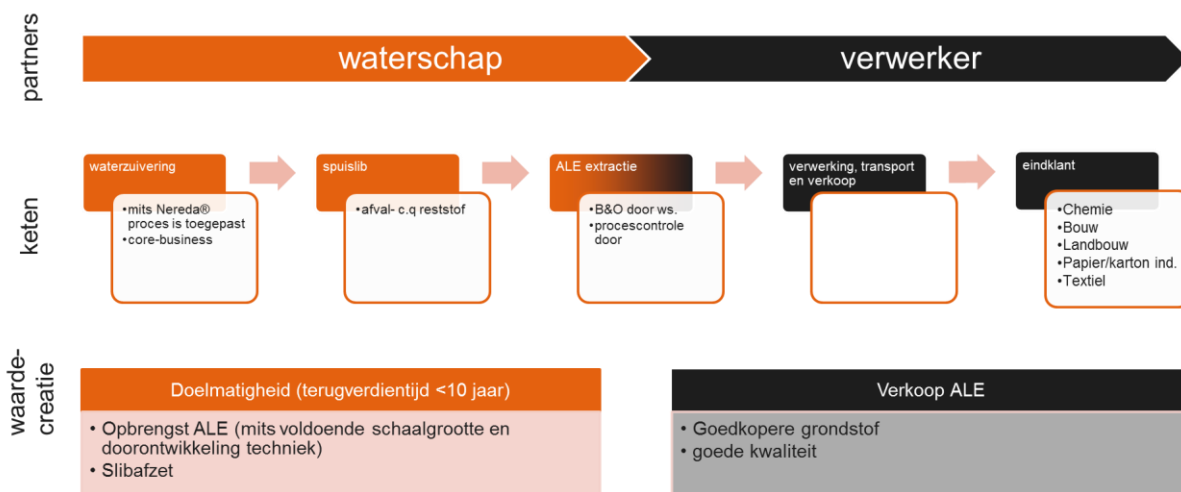
¹² STOWA 2016-23. Marktverkenning en haalbaarheidsstudie Nereda[®]-algiinaat en granulaat

De rwzi Utrecht wordt momenteel aangepast en daarbij omgebouwd tot Nereda systeem. De zuivering Utrecht heeft een capaciteit van 430.000 i.e. en wordt daarmee de grootste Nereda installatie van Nederland. De potentiële alginaat productie uit het surplus slib van Utrecht bedraagt 1.150 ton per jaar. Het hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) heeft op dit moment nog geen keuze gemaakt hoe om te gaan met het surplus korrelslib. HDSR volgt de ontwikkelingen op het gebied van alginaat winning uit Nereda slib met belangstelling.

In de STOWA studie 2016-23 zijn 9 potentiële afzetroutes geïnventariseerd en beoordeeld. Hieruit volgen verschillende kansen maar ook routes met een minder aantrekkelijk vooruitzicht zijn vastgesteld. Inmiddels zijn nog meer afzetroutes geïdentificeerd met veel potentie in de chemie, zoals de toepassing als verdikkingsmiddel, lijmiddel, bio-polymeren (persoonlijke mededeling Paul Roelveld, RHDHV). Deze routes worden door de NAOP partners momenteel nader onderzocht en ontwikkeld.

5.3 Business canvas model

De waardeketen is compleet, evenals het business model canvas. De nog prille techniek heeft vanuit dat oogpunt beslist potentieel. Wel is er nog technologische optimalisatie gewenst om de financiële haalbaarheid te verbreden naar Nereda® rwzi-slib op kleinere schaal.



| | | | | |
|---|---|--|--|--|
| Key Partners <p>Waterschappen voor schaalgrootte</p> <ul style="list-style-type: none"> Nat. Alginaat Ontw. Programma TUD RHDHV RFC GEA | Key Activities <p>Aanleveren Nereda slibkorrels</p> <p>Extractie ALE</p> | Value Proposition <p>Grondstof of halfproduct voor allerlei toepassingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> circulaire bron competitieve prijs | Customer Relationships <p>Langdurige relatie gewenst i.v.m. ontwikkeling, vinden van afzetmarkten terugverdientijd.</p> | Customer Segments <p>Opwerker(s) van ALE, t.b.v. mogelijke toepassing in:</p> <ul style="list-style-type: none"> papier/karton chemie landbouw textiel <p>E.e.a. afhankelijk van eigenschappen, kwaliteit, kostprijs, marge, etc.</p> |
| Cost Structure <p>Investing en operationele kosten voor extractie en bijkomende zaken. Kostprijs 0,5 – 1 k€/ton voor schone stromen (zoals afvalwater zuivelindustrie).</p> | | Revenue Streams <p>Opbrengst verkoop ALE 1 – 2,5 k€/ton.</p> <p>Minder slibafzet / eenvoudiger slibverwerking?</p> | | |

5.4 Conclusies en advies

Conclusies

De grondstof NEO-Alginaat is (grotendeels) verbonden aan het opereren van een Nereda installatie. Dit maakt dat nu en op korte termijn slechts een beperkt aantal waterschappen over deze grondstof (gaan) beschikken.

Een aantal van deze schappen heeft zich reeds verenigd en een potentiële afnemer gevonden voor het NEO-Alginaat. Deze potentiële afnemer heeft zich bereid verklaard om de mogelijkheden van verwerking van NEO-Alginaat te onderzoeken. Dit is op dit moment een noodzakelijke stap om een afzetmarkt te ontwikkelen. Bij verdere ontwikkeling van de markt is het raadzaam om niet afhankelijk te zijn van slechts een afnemende partij.

De huidige bottleneck in de verdere ontwikkeling van de afzetmarkt voor NEO-Alginaat is voldoende schaalgrootte om voor de bouw van een extractor voor NEO-Alginaat uit huishoudelijke oorsprong te betalen. Hiervoor is Nereda zuiveringscapaciteit van circa 200.000 i.e. noodzakelijk. Dit noodzaakt tot samenwerking tussen de partijen met Nereda installaties om deze afzetmarkt verder te kunnen ontwikkelen.

NEO-Alginaat zal zeer beperkt zeewieralginaat gaan verdringen, wel worden fossiel gebaseerde verlijmings- en bindmiddelen van de markt verdrongen. Er zal ook een geheel eigen en nieuwe markt worden gecreëerd. Er is dan ook niets te zeggen over percentage marktaandeel.

Advies

Om de afzetmarkt voor NEO-Alginaat te ontwikkelen, is samenwerking tussen de waterschappen met Nereda-installaties noodzakelijk om tot voldoende schaalgrootte te komen. De mogelijkheden worden momenteel onderzocht door [Rijn en IJssel](#), [Vallei en Veluwe](#), [HDSR](#) en [Vechtstromen](#) en wellicht dat andere waterschappen met Nereda zoals Noorderzijlvest/Hunze & Aa's kunnen aansluiten.

Gezamenlijk zouden de genoemde waterschappen zich in de komende periode moeten gaan bezighouden met de volgende vraagstukken.

| Activiteit | Ruwe planning |
|---|---------------|
| Gezamenlijk realiseren van de bouw van een extractor; | 2018 |
| Opgedane lessen en kennis delen met overige waterschappen | 2018 |

6 PHA - BIOPLASTIC

6.1 Stand van zaken

De biotechnologische productie van PolyHydroxyAlkanoaten (PHA's) met behulp van actief slib uit rwzi's is interessant als grondstof voor de productie van PHA-bioplactic. In Nederland is hiervoor recent het PHARIO project geïnitieerd waarvoor onder andere een proefinstallatie op de rwzi Bath in 2015-2016 heeft gedraaid. In dit project hebben de Waterschappen Brabantse Delta, De Dommel, Scheldestromen en Fryslân in samenwerking met Veolia, KNN, SNB en STOWA de haalbaarheid van de productie van PHA onderzocht.

Het PHARIO project heeft laten zien dat een hoge kwaliteit PHA kan worden gemaakt uit organische reststromen en actief slib uit rwzi's. Er zijn diverse nu al geschikte zuiveringen geïdentificeerd en zuiveringen waarbij door procesaanpassingen de omstandigheden voor PHA productie kunnen worden gecreëerd. Biomassa in het secundaire slib van een rwzi wordt in het PHARIO project gevoed ('vetgemest') met extern aan te voeren vetzuren om het PHA in het bacteriemateriaal te laten ophopen. De vetzuren uit primair slib kunnen worden benut, maar dienen daarnaast ook extern aangevoerd te worden, bijvoorbeeld via industriële organische reststromen. Het opgehoopte PHA in de biomassa dient te worden geëxtraheerd. Uit de resultaten van de proefinstallatie bleek dat de kwaliteit van het PHA vergelijkbaar of in gevallen zelfs beter was dan commercieel verkrijgbaar PHA. De procesomstandigheden zijn goed te sturen, zodat de kwaliteit goed te controleren is.

Op basis van de huidige stand der techniek wordt ingeschat dat het PHA geproduceerd kan worden tegen een kostprijs van circa € 3,- tot € 4,- /kg PHA. Deze kostprijs geldt bij een schaalgrootte van minimaal 5.000 ton PHA per jaar. De huidige marktprijzen voor PHA liggen in een bandbreedte van €4,- tot € 6,-. Er is veel vraag naar PHA. Dit werd door de firma Rodenburg bevestigd tijdens de workshop op 18 januari 2017.

Tot nu toe zijn testen uitgevoerd op pilotschaal. De volgende stap is om deze techniek op demo schaal te gaan testen. Doelstelling is daarbij tonnen PHA per jaar te gaan produceren. Hiermee wordt de stap gemaakt om te komen tot een commerciële productie. De demoschaal vraagt een investering van naar schatting €5 tot €17 miljoen al naar gelang het ambitieniveau. Deze specifiek biotechnologische toepassing vraagt een industriële aanpak. Het lijkt noodzakelijk dat een aantal waterschappen gezamenlijk een samenwerking aangaan met een industriële partner.

De rol van het waterschap in deze gehele keten is belangrijk om af te wegen, er zijn immers essentiële samenwerkingspartners noodzakelijk (levering reststromen, industriële procesinstallaties, afzetroute voor PHA en marketing PHA)¹³. Daarnaast speelt ook hier de vraag in hoeverre de juridische aspecten met betrekking tot een eindafvalstatus voor PHA een rol speelt, immers het betreft een product dat wordt geproduceerd uit een combinatie van afvalstoffen (zuiveringsslib en vetzuurhoudende reststromen)

Slib is geen bron van PHA maar het medium dat PHA productie mogelijk maakt (enabler). Hoe hoger het accumulerende vermogen van het specifieke slib des te beter. Door toevoeging van vetzuren wordt de PHA verkregen. Het ultieme doel kan zijn dat de waarde van slib hiermee verhoogd wordt en het slib door een externe marktpartij wordt opgehaald om tot PHA te verwerken.

6.2 Ontwikkelingen korte en middellange termijn

De realisatie van een demo-installatie is noodzakelijk om de kansen voor deze grondstof verder te kunnen onderzoeken. Het zal een uitdaging zijn voldoende schaalgrootte te bereiken, maar ook de beschikbaarheid van voldoende vetzuren / organische reststromen is een uitdaging.

De benutting van organische reststromen als grondstof zal concurreren met vergisting inclusief biogasbenutting (incl. SDE⁺ subsidie). Naar verwachting worden dit soort reststromen momenteel ingezet voor de productie van biogas in industriële biomassa vergistingsinstallatie. De afzet van groene energie uit het gevormde biogas (groen gas, elektriciteit en warmte) is in dit verband meestal gesubsidieerd (SDE+). De waarde die wordt gegenereerd via deze energieroute, zal in elk geval ook via de PHA route moeten worden behaald willen aanbieders van reststromen kiezen voor een alternatieve afzet. Ook hier geldt weer de vraag: op welke wijze kan de secundaire koolstof het best worden verward?

¹³ PHARIO: PHA bioplactic; versie: 2/2/2017

Ook de beschikbaarheid van voldoende reststromen met voldoende vetzuurpotentieel conform een voor de business case aantrekkelijke inkoopprijs, kan een probleem vormen voor de business case. In het PHARIO project is hier onderzoek naar gedaan en de beschikbaarheid van deze reststromen als ruim voldoende aangemerkt. Ook hier zal onderzoek moeten uitwijzen in hoeverre hier een bepaalde juridische status (afvalstof) de toepassing van PHA uit afvalwater mogelijk beperkt.

6.3 Business canvas model

Wat onmiddellijk opvalt aan de waardeketen is dat er een marktpartij ontbreekt. Uit de workshop en gesprekken met marktpartijen is duidelijk geworden, dat er potentieel voldoende vraag is naar circulair PHA. De kunst is nu de marktpartijen te laten instappen, die willen meehelpen en bij voorkeur mee willen investeren om de markt op te warmen voor rwzi-PHA en de ontwikkeling van de technologie.

Ook opmerkelijk is dat de waarde voor de waterschappen niet eenduidig is. De value case voor de waterschappen lijkt duidelijker dan de business case. Het business model canvas is niet compleet, maar heeft beslist potentieel. De kostenkant vergt wellicht nog de meeste aandacht.



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| <p>Key Partners </p> <p>Meerdere waterschappen voor voldoende schaal grootte en leveringszekerheid.</p> <p>Leveranciers van (circulaire) voeding (vetzuren).</p> <p>Bedrijfsleven voor (kweek en) extractie.</p> | <p>Key Activities </p> <p>procesvoering kweek en extractie</p> <hr/> <p>Key Resources </p> <p>Waardeketen ontwikkelen</p> | <p>Value Proposition </p> <p>Grondstof voor bioplastics:</p> <ul style="list-style-type: none"> • duurzaam product aantrekkelijk voor niche markten • concurrerende prijs • betere eigenschappen mogelijk dan huidige PHA productie | <p>Customer Relationships </p> <p>Langjarige samenwerking gewenst i.v.m. vereist onderzoek en ontwikkeling en terugverdientijd investeringen.</p> <hr/> <p>Channels </p> <p>nbn</p> | <p>Customer Segments </p> <p>Producten van bioplastics granulaat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tal van toepassingen en producten • markt is nog in ontwikkeling • veel potentiële afnemers • vraag naar bio-PHA is groter dan aanbod |
| <p>Cost Structure </p> <p>Flinke investering vereist. Onduidelijk wie die moet doen, en wie het meest profiteert van de investering.</p> | | <p>Revenue Streams </p> <p>Opbrengst is 4 – 8 k€/ton.</p> | | |

6.4 Advies

Conclusies

PHA-bioplastics lijkt op voorhand een interessante circulaire grondstof. De omstandigheden op (specifieke) zuiveringen lijken ideaal om met behulp van toegevoegde vetzuren bioplastics te produceren. Afgezien van de benodigde inkoop van vetzuren, lijkt de productie van bioplastics vanuit een zuiveringsproces voordeliger dan via het regulier productieproces.

Inhoudelijk aandachtspunt voor de business case is de benodigde aanvoer van (externe) vetzuren. De benutting van vetzuren als grondstof zal moeten concurreren met vergisting inclusief biogasbenutting (incl. SDE⁺ subsidie).

De markt voor PHA-bioplastics is nog niet ontwikkeld, er is in Nederland vraag naar PHA als grondstof voor bioplastics. In hoofdzaak zijn er 2 bottlenecks op dit moment die een verdere ontwikkeling van de afzetketen blokkeren:

- Er zijn op dit moment geen marktpartijen gevonden om te investeren in het ontwikkelen van de afzetketen;
- Waterschappen hebben gezamenlijk nog geen demo-installatie gebouwd vanwege de hoge kosten voor een extractor.

Advies

De volgende waterschappen hebben aangegeven gezamenlijk de schouders te willen zetten onder het verder brengen van de potentiële afzetketen voor bioplastics: **Brabantse Delta, Fryslân, Hollandse Delta en Zuiderzeeland**.

Gezamenlijk zouden zij zich in de komende periode moeten gaan bezighouden met de volgende vraagstukken.

| Activiteiten | Ruwe planning |
|--|---------------|
| Second opinion op de bouwkosten van een extractor en/of onderzoek doen naar het mogelijke inzetten van een bestaande extractor elders; | Q2 – Q3 2017 |
| Rol vetzuren voor bioplastics versus vergisting in de business case nader onderzoeken; | Q2 – Q3 2017 |
| Zoeken naar marktpartijen die geïnteresseerd zijn in bioplastics uit rioolwater-oorsprong om gezamenlijk de afzetketen mee te ontwikkelen; | Q2 – Q4 2017 |
| Eventuele bouw of gebruik externe extractor; | 2018 |
| Opgedane lessen en kennis delen met overige waterschappen. | 2018 |

7 BIOMASSA

7.1 Stand van zaken

Het verschil met de hiervoor genoemde grondstoffen in dit rapport is dat ieder waterschap biomassa heeft. Sterker nog iedere gemeente, provincie, natuurbeherende organisatie en RWS heeft biomassa. Biomassa is bij uitstek geschikt om als waterschappen de samenwerking op te zoeken met de buitenwereld. Dat is ook een van de drivers voor innovatie en de oprichting van de EFGF.

De huidige stand van zaken en ontwikkelingen rondom biomassa zijn goed omschreven in het 'Portfolio Biomassa. Status quo van de valorisatie van biomassa reststromen bij natuur beherende organisaties in Nederland. September 2016'.¹⁴ Uit het Portfolio Biomassa blijkt dat samenwerking, ketenontwikkeling en logistiek de centrale uitdagingen zijn rondom deze grondstof. Biomassa wordt in dit verband gedefinieerd als plantaardige materialen die vrijkomen bij het beheer van wegen, watergangen, terreinen e.d. Biomassa is dé grondstof die, in tegenstelling tot de andere hiervoor behandelde grondstoffen, niet primair met de (afval)waterketen is verbonden, maar heel duidelijk met het watersysteem en -beheer.

Veel waterschappen krijgen een goede business case voor de verwerking van biomassa niet rond. De hoeveelheid biomassa van waterschappen is relatief klein ten opzichte van andere partijen. De samenwerking met natuurbeherende organisaties, gemeentes, RWS en Provincies is essentieel om tot voldoende schaalgrootte te komen, maar is ook noodzakelijk bij de ontwikkeling van nieuwe waardeketens. Deze organisaties hebben vaak individueel geen grote hoeveelheden om schaalgrootte in een gebied te creëren, waardoor samenwerking tot meerwaarde kan leiden. De diverse organisaties beschikken over verschillende stromen biomassa zoals hout, waterplanten en (berm)gras. Het grootste gedeelte van de biomassa bestaat uit bermgras. Veel biomassa blijft in de huidige situatie op het terrein liggen (geklepeld) of wordt in de 'kleine kringloop' door boeren toegepast. Van de biomassa die wel wordt afgevoerd, wordt het grootste gedeelte naar een professioneel composteerbedrijf gebracht. Dit betreft vaak bermgras uit stedelijk gebied dat verplicht afgevoerd dient te worden. Hier kan overwogen worden de biomassa te laten liggen voor zover dit wettelijk is toegestaan.

Een aantal waterschappen waaronder Brabantse Delta, de Dommel en Aa en Maas zijn een verbond aangegaan om de effectiviteit van conserveringsmethoden (Bokashi techniek) voor biomassa verder uit te zoeken. Daarnaast zijn er ook projecten in ontwikkeling die biomassa verwerken tot producten zoals isolatiemateriaal, plaatmateriaal (bv Eco-Boards), biocomposiet (Ecor composite panels), papier of verf.

Het biomassa project "Van papier tot bladzijde" bij Parenco van de Biomassa-alliantie, waarbij papier wordt gemaakt van de vezels van maaisel, is het eerste biomassa project van een grote schaal waar veel verschillende partijen bij betrokken zijn zoals Rijkswaterstaat, waterschappen, gemeentes en het bedrijfsleven. Het laat zien dat niet de complexe technologie, maar de manieren van maaien, logistiek of conservering de succesfactor zijn voor een project.

De Biomassa-alliantie heeft voorts het initiatief genomen tot een Green Deal Circulair Terreinbeheer. Het belangrijkste streven van deze Green Deal is dat maaisel uiteindelijk niet langer als afval wordt bestempeld en naar waarde wordt geschat in de mestboekhouding. Op weg hiernaartoe wenst men op korte termijn met de Green deal te bereiken dat maaisel over 10 kilometer mag worden vervoerd en 1 jaar mag worden opgeslagen.

7.2 Business canvas model

De markt van biomassa lijkt ietwat op die van cellulose. Als het gaat om de vezels bedienen ze potentieel ook dezelfde eindklanten. Ook voor biomassa geldt dat er tal van afzetroutes mogelijk zijn, en dat er nog geen eenduidig beeld is van de meest kansrijke producten en waardeketens. Dat gebrek aan focus is momenteel een beperking voor deze grondstof. Het is de vraag in hoeverre hiervoor al voldoende focus gelegd kan worden. Voor biomassa wordt in verhouding tot de andere grondstoffen nog meer gezocht naar afzetroutes. Dit maakt dat er veel initiatieven met biomassa plaatsvinden. Bijvoorbeeld de productie en toepassing van plantpalen van de oostelijke waterschappen, de twee STOWA projecten "Biocomposiet" en

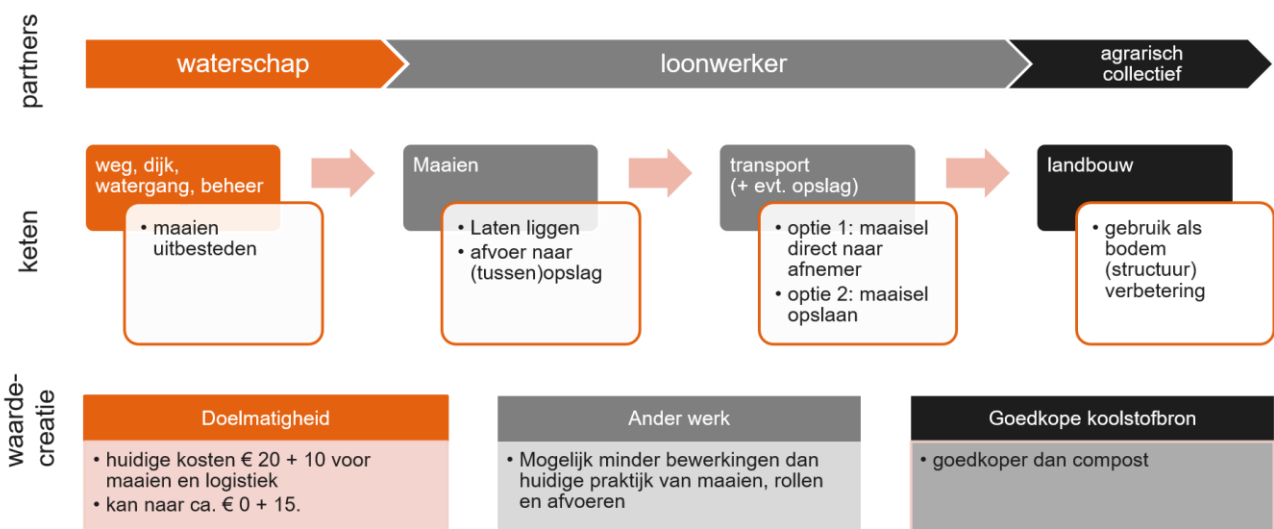
¹⁴ *Portfolio Biomassa. Werkgroep Biomassa van de EFGF (George Zoutberg) door Thijs Copini*

“Bioraffinage invasieve waterplanten”. Dit zijn stuk voor stuk projecten die een belangrijke pioniersrol vervullen en daarnaast zorgen voor positieve PR en daarmee een hoge value case vertegenwoordigen.

In dit rapport zijn twee ketens in beeld gebracht:

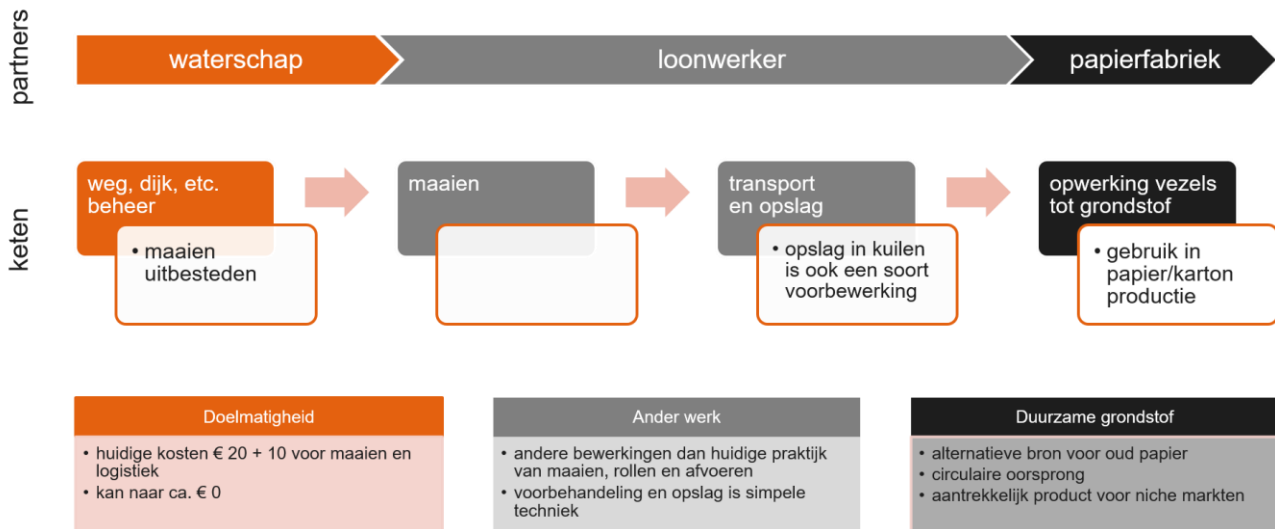
1. De opwerking van biomassa (bermmaaisel) tot vezels voor de papier- en kartonindustrie is technisch haalbaar, de waardeketen is in ontwikkeling, alle partijen kunnen voordeel behalen en het business model canvas is compleet. De basis is er, de uitdaging is nu de marktomvang en kwaliteit te vergroten, vooral door potentiële klanten bewust te maken van de meerwaarde die deze circulaire grondstof hen kan bieden. De **launching customers** kunnen daarbij worden gebruikt als lichtend voorbeeld.
2. Afzet als groenbemesting. De bedreiging is hier dat veel waterschappen bermmaaisel maaien en laten liggen. De kosten daarvan zijn logischerwijs heel laag, wat de doelmatigheid van hergebruiksroutes beperkt.

7.2.1 Afzetketen: Biomassa als bodemverbeteraar



| | | | | |
|---|---|--|--|---|
| <p>Key Partners </p> <p>Andere partijen voor voldoende schaalgrootte en leveringszekerheid: Sbb, RWS, prov., landschappen, waterschappen.</p> <p>Loonwerkers voor uitvoering.</p> | <p>Key Activities </p> <p>Aanbesteden van het maaien. Daarbij uitvoeringswijze, eigendom en afzet-route vastleggen.</p> <p>Key Resources </p> <p>Aanbesteden Monitoren kwaliteit Certificering.</p> | <p>Value Proposition </p> <p>Organische stof:</p> <ul style="list-style-type: none"> • leveringszekerheid • prijs • schoon (bevat geen/minder rommel) • Hoeft mogelijk niet in de mest-boekhouding opgenomen • I.v.m. compost: eenduidiger oorsprong. | <p>Customer Relationships </p> <p>Het vergt een (lang-jarige?) samen-werking met afnemers om dit van de grond te krijgen</p> <p>Channels </p> <p>Transport per vrachtwagen al dan niet met opslag.</p> | <p>Customer Segments </p> <p>Akkerbouwers op zand/klei grond.</p> <ul style="list-style-type: none"> • bij voorkeur agrarische collectieven i.v.m. aantal en omvang afzet • regionale markt • maaisel is klein deel van de vraag (marktaandeel max. 10 – 25%) • vervangt compost. |
| <p>Cost Structure </p> <p>Huidige kosten per ton ca. € 20 voor maaien en verwerken en € 10 voor logistiek en afzet</p> | | <p>Revenue Streams </p> <p>Door opbrengst worden afzetkosten nul. Kosten voor logistiek wat hoger, ca € 15 / ton</p> | | |

7.2.2 Afzetketen: Biomassa vezels voor papierindustrie



| | | | | |
|---|--|--|--|---|
| <p>Key Partners</p> <p>Andere partijen voor voldoende schaalgrootte en leveringszekerheid: Sbb, RWS, prov., landschappen, waterschappen.</p> <p>Loonwerkers voor uitvoering.</p> | <p>Key Activities</p> <p>Aanbesteden van het maaien. Daarbij uitvoeringswijze, eigendom en kwaliteitseisen opnemen.</p> <p>Key Resources</p> <p>Aanbesteden Monitoren en keuren kwaliteit Certificering.</p> | <p>Value Proposition</p> <p>Grondstof voor papier / karton:</p> <ul style="list-style-type: none"> • duurzaam product aantrekkelijk voor gehele verpakkingindustrie • concurrerende prijs • geeft betere leveringszekerheid • (relatie met ws.) | <p>Customer Relationships</p> <p>Langjarige samenwerking gewenst i.v.m. terugverdientijd investeringen.</p> <p>Channels</p> <p>Transport per vrachtwagen al dan niet met opslag.</p> | <p>Customer Segments</p> <p>Papierfabrieken. Grote, mondiale spelers.</p> <ul style="list-style-type: none"> • hele grote markt voor vezels • biomassa is daarin kleine bron • geeft invulling aan de vraag naar duurzame producten |
| <p>Cost Structure</p> <p>Huidige kosten per ton ca. € 20 voor maaien en verwerken en € 10 voor logistiek en afzet. Kan voor ws. € 0 worden, door waarde vezels. Kostprijs vezels concurrerend met oud papier</p> | | <p>Revenue Streams</p> <p>Verdringt oud papier als grondstof. Opbrengst € 100 / ton</p> | | |

7.3 Conclusies en advies

Conclusies

Voor biomassa zijn momenteel twee veelbelovende afzetroutes ontwikkeld: biomassa als bodemverbeteraar en biomassa als vezel voor de industrie. Beide routes hebben eigen kenmerken. De afzetroute als bodemverbeteraar vermindert de kosten die waterschappen nu hebben aan de verwerking van maaisel dat moet worden afgevoerd naar elders, het halveert deze kosten. Deze route is regionaal van aard en kan door alle waterschappen individueel opgepakt worden. Samenwerking tussen de waterschappen kan zich voor deze route vooral richten op het uitwisselen van ervaringen: hoe organiseer je een en ander handig, welke afspraken maak je met loonwerkers, hoe besteed je aan, hoe ga je om met strengere regelgeving voor bodemverbeteraars, etc.

De tweede route, biomassa als vezel voor de papierindustrie, kan een hogere waarde creëren voor de biomassa. Dit maakt dat transport van biomassa over grotere afstanden uit kan en waterschappen (en andere groenbeheerders) door samenwerking efficiëntie kunnen bewerkstelligen. Voor deze route kan een regionale samenwerking tussen waterschappen praktische voordelen bieden: samen marktpartijen benaderen en proces organiseren. Op landelijk niveau kunnen vervolgens praktische ervaringen worden uitgewisseld.

Advies

Het doorpakken in reeds ontwikkelde afzetketens lijkt bij biomassa het belangrijkste aandachtspunt. De wil om aan de slag te gaan, de voorbeelden liggen er, nu erop uit en de gesprekken met marktpartijen aangaan. De verbindende rol die biomassa juist kan bieden binnen een samenwerking van alle organisaties die biomassa bezitten kan heel goed door de waterschappen worden opgepakt. Niet alleen vanuit de waterketen maar misschien nog wel meer vanuit taak die de waterschappen hebben rondom het watersysteem.

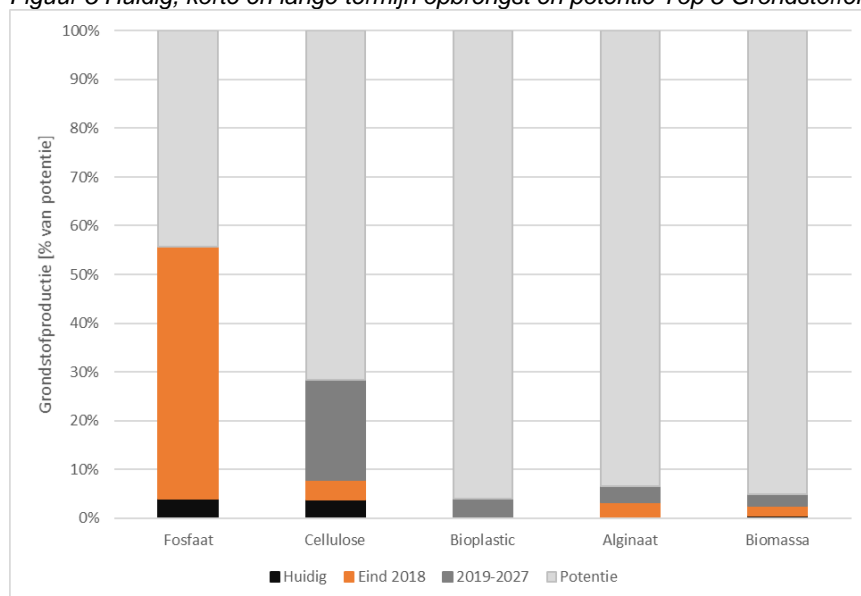
Regionale en landelijke samenwerkingsverbanden tussen waterschappen helpen bij kennisuitwisseling en het aangaan van gesprekken met marktpartijen. Doorgaan met de huidige kennisinbreng en sturing via de werkgroep Biomassa van de EFGF is nodig, er is veel marktkennis en -ervaring beschikbaar.

8 CONCLUSIES EN ADVIES

Tijd voor professionalisering ontwikkeling afzetketens

In de afgelopen jaren hebben de waterschappen individueel of in gezamenlijkheid flinke stappen gezet om tot de terugwinning van grondstoffen uit het zuiveringsproces te komen. Voor een aantal grondstoffen is de ontwikkeling zo ver dat er zich reeds afzetketens hebben ontwikkeld, met name voor fosfor. Voor de overige stoffen stopt het proces in meer of mindere mate rondom het ontwikkelen van de afzetketen.

Figuur 5 Huidig, korte en lange termijn opbrengst en potentie Top 5 Grondstoffen



Samenwerken rondom commerciële competentie

Om de ontwikkeling van de afzetketen de benodigde kracht en energie te geven is het noodzakelijk dat groepen van waterschappen intensiever samenwerken dan tot op heden het geval. In deze samenwerking kunnen zij gezamenlijk de benodigde menskracht creëren om de ketens verder te ontwikkelen. Daarbij valt met name te denken aan commerciële competenties, business developers die met potentiële marktpartijen gaan praten, en contractcompetenties om voor deze samenwerkingen passende afspraken te maken. Maar ook de juiste competenties om bijvoorbeeld subsidies voor deze ontwikkeltrajecten te genereren.

Samen een draagbaar investeringsvolume

Het ontwikkelen van de afzetketens vraagt investeringen, bijvoorbeeld voor de bouw van een extractor zoals voor bioplastics. Dit investeringsvolume is doorgaans te zwaar om door een waterschap alleen te worden gedragen. Gezamenlijk optrekken van een groep van waterschappen vergroot het potentiële investeringsvolume en helpt het ontwikkelen van afzetmarkten vooruit te krijgen.

Hierbij rijst ook de vraag of en hoe er op landelijk niveau afspraken gemaakt moeten worden over de financiering van deze investeringen. Zo is bijvoorbeeld een model mogelijk waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen investeringen voor concrete installaties bij waterschappen enerzijds, en voor algemene essentialia zoals Reach certificering anderzijds. De vraag hoe financiering voor verdere ontwikkeling te organiseren, is onderdeel van de huidige studie naar de governance van de doorontwikkeling van de grondstoffenketen door Berenschot.

Samen snelheid creëren

Het ontwikkelen van afzetketens voor grondstoffen vraagt van de waterschappen om snel te acteren. Het blijkt dat de bedrijven in de markt soms wel willen samenwerken en ontwikkelen, maar tegen een (ambtelijke) muur oplopen en de juiste ingang niet weten te vinden. Daarbij stellen marktpartijen eisen aan de schaalgrootte (voldoende volume grondstof). Landelijke aanspreekpunten binnen de waterschappen met mandaat om voor een grondstof te acteren in het ontwikkelen van de afzetketens kunnen hier een versnellende rol in spelen.

Samen volhouden (uithoudingsvermogen)

Het ontwikkelen van afzetketens vergt langdurige samenwerking tussen partijen. Investerings in de ontwikkeling van installaties kunnen voor marktpartijen alleen uit indien er zicht is op enige periode van samenwerking. Contracten voor slechts 2 jaar bijvoorbeeld, geven te veel onzekerheid. Dit betekent dat waterschappen keuzes moeten maken in de afzetketens die zij willen ontwikkelen en deze ontwikkeling enige tijd moeten volhouden en doorzetten. Daarbij moeten zij bereid zijn met partijen (voldoende) langjarige afspraken te maken, zodat een ontwikkeling ook de kans krijgt zich te bewijzen.

Samen met de markt

Het moet voor marktpartijen interessant zijn, meerwaarde hebben om een afzetketen voor een grondstof te gaan ontwikkelen. Dit vraagt ook iets van de houding van de waterschappen: gun partners hun voordeel, heb lef en onderneem. Als dit niet gebeurt, zal de ontwikkeling van nieuwe afzetketens moeilijk van de grond komen.

Voorstel voor samenwerking

Voor de verschillende grondstoffen zien we de volgende groepen van waterschappen die gezamenlijk het voortouw kunnen nemen om de afzetketen verder te ontwikkelen. Dit betekent gesprekken aangaan met partners in de keten, business cases ontwikkelen, pilot of demo's financieren, et cetera.

| Grondstof | Voortouw | Activiteiten |
|-------------------|---|--|
| Fosfor - struviet | Amstel, Gooi, Vecht (trekker) Aa & Maas Drents Overijsselse Delta De Dommel Rijn & IJssel Vallei & Veluwe | Deze afzetketens zijn ontwikkeld, samenwerking tussen waterschappen vooral op het vlak van kennisuitwisseling struviet en doorontwikkeling activiteiten waterschappen. |
| Fosfor – as-route | Aandeelhouders HVC: <ul style="list-style-type: none">Hollands NoorderkwartierDelflandRijnlandSchieland en KrimpenerwaardHollandse DeltaRivierenland Aandeelhouders SNB: <ul style="list-style-type: none">Aa en MaasBrabantse DeltaDe DommelRivierenlandVechtstromenScheldestromen | |
| Cellulose | Aa & Maas (trekker) Fryslân Hollands Noorderkwartier Zuiderzeeland | <ul style="list-style-type: none">Verdiepen in de bottlenecks van de business modellen/afzetroutesInventarisatie van overige veelbelovende routes en uitwerken tot business cases, onder andere gesprekken voeren met marktpartijenKeuze maken voor een beperkt aantal afzetroutes en deze daadwerkelijk gaan realiseren |
| Alginaat | Vallei en Veluwe & Rijn en IJssel (trekkers) HDSR Noorderzijvest/Hunze & Aa's (*) Scheldestromen Vechtstromen | <ul style="list-style-type: none">Gezamenlijk realiseren van de bouw van een extractorOpgedane lessen en kennis delen met overige waterschappen |

| Grondstof | Voortouw | Activiteiten |
|-----------------|---|--|
| PHA-bioplastics | Brabantse Delta (trekker) Fryslân Hollandse Delta Zuiderzeeland | <ul style="list-style-type: none"> • Second opinion op de bouwkosten extractor en/of onderzoek doen naar inzet bestaande extractor elders • Onderzoeken inzet vetzuren voor bioplastics versus vergisting • Zoeken naar marktpartijen • Eventuele bouw of gebruik externe extractor • Opgedane lessen en kennis delen met overige waterschappen |
| Biomassa | Regionale samenwerkingen aangaan | Kennisuitwisseling en regionale afzetmarkten te ontwikkelen |

* Afhankelijk van keuze rondom Nereda installatie op rwzi Garmerwolde

Rol EFGF

In de Energie- en Grondstoffenfabriek is met veel passie zeer veel kennis ontwikkeld over technologieën om grondstoffen terug te winnen en zijn eerste stappen gezet om afzetketens te ontwikkelen. Voor een volgende stap is het van belang dat er meer (bestuurlijke) wil en kracht komt om daadwerkelijk met marktpartijen aan de slag te gaan. De werkgroepen van EFGF kunnen daarbij kennis leveren aan de hierboven geschetste samenwerkingsverbanden. En de business developer van de EFGF kan daarbij een ondersteunende rol spelen om de geschetste samenwerkingsverbanden waar nodig te ondersteunen met het ontwikkelen van afzetketens. De EFGF zal doorontwikkeld moeten worden om de volgende stap(pen) te kunnen zetten. Hoe dit het beste kan worden vormgegeven, en welke rol STOWA hierin zou kunnen spelen, valt buiten de scope van deze studie.

Effluent als grondstof

Een specifieke plaats neemt (effluent)water in. Uit de rondgang langs de diverse waterschappen is gebleken dat (effluent)water steeds vaker lokaal wordt 'hergebruikt' bijvoorbeeld ten behoeve van natuurbeheer, peilbeheer, waterkwaliteitsverbetering, tegengaan van verzilting, als koelwater of zelfs als potentiële bron voor drinkwater of gietwater. Welke toepassingen van het effluent mogelijk zijn, is altijd een lokaal vraagstuk. Waterschappen kunnen hierover ervaringen uitwisselen, maar een echte kennisvraag die op landelijk niveau moet worden opgepakt lijkt er op dit moment niet te zijn. Op regionale schaal spelen deze vragen wel.

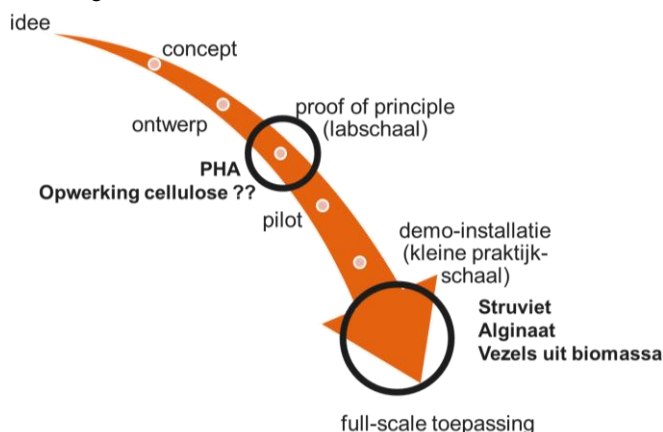
Overige grondstoffen

Tijdens de interviews zijn diverse andere mogelijk kansrijke grondstoffen geïdentificeerd, zoals ammoniumsulfaat, CO₂, metalen, eiwitten, humuszuren en zand. De aanzet tot een afzetketen is voor deze grondstoffen doorgaans nog verder weg of op kleinere schaal dan de hier beschouwde top 5 grondstoffen. Het onderzoek naar deze stoffen kan wellicht over een aantal jaar leiden tot een herbezinning of uitbreiding van de huidige top 5.

Marktvolwassenheid

Zoals ook al uit figuur 6 blijkt, is er een groot verschil in het ontwikkelstadium waarin de verschillende grondstoffen zich bevinden. Struviet is al een redelijk volwassen markt, terwijl de overige grondstoffen veel minder ver zijn, zie ook figuur 5. Voor NEO-Alginaat is het proof of principle aangetoond, evenals voor de winning van vezels voor de papierindustrie. Deze twee grondstoffen lijken voldoende momentum te hebben om een succesvolle waardeketen te worden. Voor bioplastics en cellulose is de waardeketen nog veel minder duidelijk. Voor beide geldt dat verdere ontwikkeling van de technologie vereist is, en tegelijkertijd ook een verdere ontwikkeling van de waardeketen, met voor cellulose een duidelijker beeld van de toepassing en voor bioplastics de toetreding van een marktpartij in de verdere ontwikkeling. Dit zijn overigens allemaal 'natuurlijke' processen die horen bij dit soort business development. Circa 10 tot 15 jaar geleden zat struviet in een dergelijk stadium. Business development vereist ook geloof in het resultaat, volharding en geduld.

Figuur 6 - Technologische status



Te nemen stappen

Onderstaande tabellen vatten de status, uitdagingen en daarmee de te nemen stappen per grondstof samen.

| Grondstof | Waardeketen | Meerwaarde | Techniek | Knelpunten |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------------|---|
| Struviet naar Ostara | compleet | voor alle partijen | volwassen | - |
| Struviet naar ICL | compleet | voor alle partijen | volwassen | |
| Struviet voor 'eco' kunstmest | alleen aanbod | ? | volwassen | <ul style="list-style-type: none"> • geen marktpartij • geen inzicht in afzetmarkt • geen inzicht in meerwaarde circulair • afvalstoffenstatus struviet |
| Biomassa als bodemverbeteraar | vraag en aanbod (nog) niet gematcht | voor alle partijen mogelijk | volwassen | <ul style="list-style-type: none"> • Afzetmarkt kent deze grondstof onvoldoende • Voordeel mestboekhouding? • Verzet compost leveranciers |
| Biomassa vezels voor papier ind. | compleet | voor alle partijen | demo-installatie | <ul style="list-style-type: none"> • Voldoende aanbod organiseren om aan vraag en schaalgrootte tegemoet te komen |

| Grondstof | Waardeketen | Meerwaarde | Techniek | Knelpunten |
|-------------|--|---|--|--|
| Bioplastics | Er is een wens tot aanbod. Er is een afzet markt. Vraag en aanbod (nog) niet gematcht. Er is geen markt-partij ingestapt. | Slib krijgt waarde als 'motor' om PHA te maken | proof of principle | <ul style="list-style-type: none"> • Afnemers zijn afwachtend • rwzi-slib is slechts één van de bronnen • Is rwzi-slib concurrerend? potentie? • Technologie onvolwassen → flinke investering vereist → wie wil?? • Meerwaarde voor waterschappen onduidelijk |
| Alginaat | compleet | potentieel aanwezig - nog niet aangetoond voor rwzi slib | demo / full-scale | <ul style="list-style-type: none"> • voor rwzi slib nog ontwikkeling en optimalisatie nodig om kwaliteit en daarmee opbrengst te verbeteren. |
| Cellulose | Er is een wens tot aanbod. Er is een afzet markt. Potentieel niet altijd duidelijk. Er is nog geen markt-partij ingestapt. | potentieel aanwezig – nog niet aangetoond. meerwaarde voor waterschap veelal alternatieve investering voor uitbreiding. | fijnzeven zijn bewezen techniek. verdere opwerking indien nodig veelal op niveau proof of principle. | <ul style="list-style-type: none"> • Er zijn veel mogelijke afzetroutes – geen focus. Ook geen inzicht in best haalbare afzetmarkt: qua techniek, kosten/baten, kwaliteit, etc. • Afzet naar papierindustrie als vervanger van oud papier lijkt niet te ingewikkeld – geringe opbrengst |

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220

3800 AE Amersfoort

Nederland

+31 (0)88 4261261

www.arcadis.com

Projectnummer: C03071.000293

Onze referentie: 079393507 A

