

Meerjarenstrategie slibverwerking 2022-2028

Aan: deelnemende waterschappen

Van: directie

Betreft: meerjarenstrategie slibverwerking 2022-2028

Bijlage: "Slibstrategie: route naar 2050"

Datum: 14 december 2021

1. Inleiding

Hierbij ligt voor de meerjarenstrategie slibverwerking 2022-2028. Het plan schetst de uitgangspunten en doelstellingen rond de slibverwerking voor de deelnemende waterschappen voor de komende zeven jaar en vormt de basis waarop HVC de slibverwerkingsactiviteiten voor de deelnemende waterschappen verder wenst te ontwikkelen.

Het plan is tot stand gekomen in samenhang met een door de deelnemende waterschappen en HVC uitgevoerde studie over de langetermijnslibstrategie: "Slibstrategie: route naar 2050".

2. Samenvatting

We zien een toekomst voor ons waarin we energie schoon opwekken en grondstoffen hergebruiken. De hiervoor noodzakelijke maatschappelijke transitie vraagt van iedereen inspanningen. Het is dan ook belangrijk om onze middelen zo slim mogelijk in te zetten, zodat onze inwoners daar nu en in de toekomst de vruchten van plukken.

De verwezenlijking van deze visie van HVC ten aanzien van de slibketen vraagt een duurzaam en robuust systeem, waarbij de in het afvalwater aanwezige bestanddelen die de kwaliteit van het oppervlaktewater potentieel belasten zoveel mogelijk worden afgevangen, schadelijke stoffen (chemische en microbiologische verontreinigingen) worden verwijderd, grondstoffen en energie worden teruggewonnen, en CO₂-emissies zoveel mogelijk worden geminimaliseerd, een en ander tegen aanvaardbare maatschappelijke kosten.

De scope van dit plan betreft de be- en verwerking van RWZI-slib. Binnen de slibketen zijn verschillende stakeholders actief. Samenwerken, zowel horizontaal als verticaal, biedt mogelijkheden om aanwezige kansen optimaal te benutten en flexibiliteit te bieden aan nieuwe ontwikkelingen. Naast de realisatie van concrete projecten gaan we daarom samen met de waterschappen een platform creëren voor onderzoek naar nieuwe technische ontwikkelingen en, waar innovaties meerwaarde bieden en passen binnen onze gezamenlijk kaders, implementeren.

Op basis van een analyse van de context waarbinnen de slibverwerkingsactiviteiten plaatsvinden, kiezen we voor de periode 2022-2028 voor een strategie waarmee een robuuste match tussen aanbod en duurzame verwerking van slib en slibgranulaat wordt gerealiseerd, de SVI energetisch wordt verduurzaamd en een platform voor waterschappen/HVC ten behoeve van onderzoek naar mogelijkheden voor verdere verduurzaming van de slibketen wordt gecreëerd.

3. Structuur van het plan

De verdere indeling van dit plan is als volgt. Hoofdstuk 4 beschrijft de beleidsdoelstellingen die met de te kiezen strategie dienen te worden gerealiseerd. Hoofdstuk 5 beschrijft de toepasselijke kaders. Hoofdstuk 6 geeft een analyse van de (externe) context van de slibverwerkingsactiviteiten en de betekenis daarvan. Hoofdstuk 7 geeft op basis van de voorgaande hoofdstukken de gekozen strategie voor de komende zeven jaar weer. Hoofdstuk 8 beschrijft het verwachte resultaat van de strategie en hoofdstuk 9 sluit af.

4. Beleidsdoelstellingen

De aandeelhouders hebben de volgende visie en missie voor HVC vastgesteld:

Visie

HVC ziet een toekomst waarin we energie schoon opwekken en grondstoffen hergebruiken. Dat is urgent, en doen we samen en slim, zodat onze inwoners daar nu en in de toekomst de vruchten van plukken.

Missie

HVC helpt de deelnemende gemeenten, waterschappen en inwoners koploper te maken en houden als het gaat om het hergebruiken van grondstoffen en het verduurzamen van de energiehuishouding, door:

- *Restafval zorgvuldig te verwerken en waardevolle grondstoffen terug te winnen en uit het restafval zoveel mogelijk warmte en elektriciteit te produceren.*
- *Inwoners te stimuleren hun afval te scheiden om zoveel mogelijk materialen te kunnen hergebruiken. Brongescheiden inzameling is het uitgangspunt. Aanvullend wordt waar nodig (bijvoorbeeld bij hoogbouw) de scheidingsinstallatie van HVC ingezet om nog bruikbare stromen uit het restafval te halen.*
- *Warmtenetten te ontwikkelen om aardgasvrije wijken te realiseren in samenwerking met gemeenten en woningcorporaties. De warmte uit de bio- en afvalenergiecentrales wordt benut als bron voor deze warmtenetten en voor de doorontwikkeling van de netten zet HVC in op alternatieve duurzame bronnen, zoals aardwarmte en aquathermie.*
- *Continuïteit te waarborgen voor de verwerking van slib en het terugwinnen van waardevolle materialen uit zuiveringsslib.*

Uitgaande van deze visie en missie heeft de directie heeft in samenspraak met de deelnemende waterschappen specifieke beleidsdoelstellingen geformuleerd voor de slibstrategie. Deze doelstellingen luiden:

- Samenwerken in de keten
- Continuïteit waarborgen: betrouwbaar & robuust
- In het RWZI-slib aanwezige verontreinigingen afvangen, concentreren en verwijderen
- Grondstoffen terugwinnen: fosfaat uit vliegashoudstof en waar mogelijk andere componenten
- Energiestroom benutten: van energieverbruik naar energieproductie
- Flexibiliteit bieden voor nieuwe ontwikkelingen
- Slib verwerken tegen acceptabele kosten

Bovengenoemde doelstellingen houden mede verband met het commitment van de waterschappen aan het Rijksbeleid inzake een *circulaire economie*.

Circulaire economie

De waterschappen hebben zich verbonden aan het grondstoffenakkoord, het klimaatakkoord en aan 'Nederland Circulair in 2050'. De landelijke akkoorden en afspraken worden in dit kader beschouwd als referentiepunt voor de te stellen duurzaamheidsdoelen. Waar zinvol en verantwoord, kunnen additionele stappen worden gezet.

De doelstelling voor de waterschappen op grond van Nederland Circulair 2050 is 100% circulariteit. Dat betekent:

- 100 % Hernieuwbaar

Het waterschap voorkomt uitputting door gebruik te maken van secundaire grondstoffen en dus primaire grondstoffen uit te faseren.

- 100 % Emissievrij

Het waterschap veroorzaakt geen schadelijke emissies naar bodem, lucht of water

- 100 % Afvalvrij

Het waterschap zorgt ervoor dat reststromen zo hoogwaardig mogelijk worden hergebruikt en dat schaarse grondstoffen worden teruggewonnen. Voor 2030 wordt ernaar gestreefd de voor 2050 geformuleerde doelen reeds voor de helft te hebben gerealiseerd. Dat betekent onder andere dat de helft van de door het waterschap gebruikte grondstoffen uit secundaire of hernieuwbare bronnen afkomstig is en dat de CO₂-emissies voor de helft zijn gereduceerd. Overigens is het mogelijk dat de nieuwe Europese Klimaatwet een verdere aanscherping vraagt van de nationale doelstellingen.

5. Kaders

5.1 Scope

De waterschappen zijn wettelijk belast met onder meer de zorg voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. In dat kader zijn zij verantwoordelijk voor het naar behoren functioneren van de afvalwater/slibketen, waarin via de riolering aangevoerd afvalwater van huishoudens en industrieën zodanig wordt gezuiverd dat de kwaliteit van het oppervlaktewater voldoet aan de daaraan te stellen eisen. Vervolgens dient het daarbij vrijkomende zuiveringsslib, waarin de bij de zuivering afgevangen schadelijke stoffen zijn geconcentreerd, op passende wijze te worden be- en verwerkt.

De scope van dit plan betreft de be- en verwerking van door de waterschappen aangeboden RWZI-slib, derhalve het tweede deel van de afvalwater/slibketen, met inbegrip van de daarbij behorende logistiek. Deze be- en verwerking van RWZI-slib betreft een collectieve activiteit die door deelnemende waterschappen wordt uitgevoerd in HVC-verband.

Buiten de scope van dit plan valt de verduurzaming van de waterschappen door middel van de zon- en windactiviteiten van HVC. De waterschappen ontvangen naar rato van hun aandeelhouderschap in HVC energiecredits. Met deze credits en de optionele afname van groene elektriciteit van HVC verduurzamen de waterschappen onder meer het elektriciteitsverbruik van de eigen bedrijfsvoering (zoals RWZI's en gemalen). De jaarverslagbrief die elk deelnemend waterschap jaarlijks ontvangt geeft inzicht in de omvang van de deze verduurzaming.

5.2 Governance

Bij een naamloze vennootschap als HVC is het bestuur (de “directie”) - onder toezicht van de raad van commissarissen – (wettelijk) verantwoordelijk voor de strategie van het bedrijf. Aangezien HVC als overheidsbedrijf opereert als collectief van deelnemende gemeenten en waterschappen stelt de directie, zonder aan deze verantwoordelijkheid afbreuk te doen, de aandeelhouders voor om de voorgenomen strategie vast te stellen. Een en ander sluit aan op de afspraak (hier samengevat) dat alle belangrijke nieuwe investeringen ter goedkeuring worden voorgelegd aan de aandeelhouders.

Met dit voorstel beoogt HVC te komen tot een gedeelde visie op de vormgeving van een robuuste en duurzame slibverwerking, teneinde vanuit dit taakveld adequaat bij te dragen aan de realisatie van de energietransitie- en circulaire-economiedoelstellingen van de waterschappen, zoals onder 4. toegelicht.

5.3 Financiële uitgangspunten

Bij de uitvoering van de strategie hanteert de directie onder toezicht van de raad van commissarissen enkele door de aandeelhouders vastgestelde financiële uitgangspunten:

- Er vindt tussen de activiteiten die enerzijds voor de deelnemende gemeenten en anderzijds voor de deelnemende waterschappen worden uitgevoerd geen kruissubsidiëring plaats.
- De activiteiten die enerzijds voor de gemeenten worden uitgevoerd en anderzijds voor de waterschappen dragen pro rata (aandelen A vs. aandelen B) bij aan het resultaat van HVC.
- Elke afzonderlijke activiteit voldoet aan de daaraan gestelde rendementseisen.

Deze uitgangspunten borgen dat kosten/opbrengsten van de activiteiten voor de waterschappen alleen ten bate/last van de waterschappen komen en dat HVC uitsluitend investeert in financieel rendabele activiteiten. De raad van commissarissen houdt toezicht op de naleving hiervan.

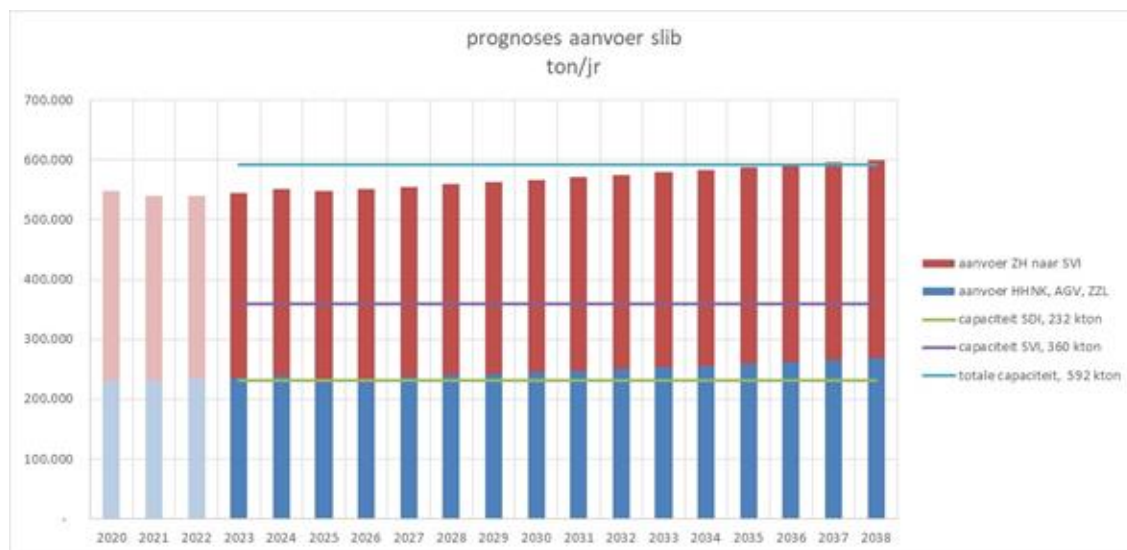
6. Contextanalyse

6.1 Aard en omvang van het geprognosticeerde slibaanbod

De aard en omvang van het slibaanbod van de in HVC deelnemende waterschappen wordt bepaald door meerdere factoren:

- Aanbod van slib vindt plaats vanuit 8 waterschappen met 120 RWZI's, waarbij geen enkele zuivering technisch hetzelfde is: er zijn verschillende en wisselende combinaties van slibvoorbewerking op de zuiveringen aanwezig. Zo wordt slib al dan niet vergist, thermisch bewerkt, etc., waardoor hoeveelheid en kwaliteit (met name gehalten koolstof en droge stof) van het aangeboden slib fluctueren.
- Rioolwater wordt centraal gezuiverd: bevolkingsgroei betekent een evenredige toename van aangeboden afvalwater en slibproductie.

Dit betekent dat prognosticeren voor de lange termijn slechts kan plaatsvinden binnen een ruime onzekerheidsmarge. De slibstrategiestudie gaat voor 2050 uit van een slibaanbod van 600.000 tot 650.0000 ton slib. Het gaat dan om circa 50% van het totale aanbod in Nederland. Voor de periode tot 2038 gaat HVC uit van de volgende prognose:



Figuur 1: prognose ontwikkeling slibaanbod 2020-2038.

Bij het plannen van de aard en omvang van de verwerkingscapaciteit en de exploitatie daarvan zal met bovenstaande prognose rekening worden gehouden. Gelet op de vele factoren die de kwaliteit en het aanbod van slib beïnvloeden alsmede de ongewenste effecten van een mismatch tussen aanbod en verwerkingscapaciteit, is geregeld overleg tussen waterschappen en HVC van groot belang. Voor de werkgroep planning en het ambtelijk overleg van de GR is op dat punt een belangrijke taak weggelegd.

6.2 Beschikbare be- en verwerkingscapaciteit HVC

Vanaf eind 2023, na realisatie van de geplande slibdroger in Alkmaar (capaciteit 230 kton/jaar) en met de SVI in Dordrecht (capaciteit 360 kton/jaar), beschikt HVC over een capaciteit van 590.000 ton per jaar. Bovenstaande figuur 1 geeft weer hoe de slibaanvoer zich verhoudt tot de beschikbare verwerkingscapaciteit. Op basis van de huidige prognoses is de slibverbrandings- en -droogcapaciteit tot 2036 voldoende.

De nieuwe slibdroger in Alkmaar zal circa 54 kton/jaar slibgranulaat produceren. Dit slibgranulaat kan worden gezien als strategische energie-asset, waarvan de (duurzame) energie kan worden ontsloten op een locatie waar een substantiële warmtevraag aanwezig zonder duurzame alternatieven. Een en ander sluit ook goed aan op de HVC-strategie met betrekking tot diversificatie van warmtebronnen.

Aangezien in de BEC in Alkmaar 11 kton/jaar slibgranulaat zal worden verwerkt, dient een hoeveelheid van 43 kton/jaar (voorlopig) extern te worden afgezet. In de markt zijn hiervoor mogelijkheden aanwezig, maar het is gewenst de inzet van slibgranulaat als duurzame brandstof structureel te borgen.

6.3 Slibverwerkingscapaciteit in de markt

De slibstrategiestudie beschrijft de marktsituatie in Nederland en het buitenland. Geconcludeerd wordt dat exportmogelijkheden slechts zeer beperkt aanwezig zijn en dat de binnenlandse capaciteit krap is. Dit betekent dat veel aandacht dient uit te gaan naar het creëren van een robuuste Nederlandse slibverwerkingsstructuur. Het 'Robuust Plan Slibeindverwerking' van de Unie van Waterschappen beoogt hierin te voorzien. Het plan is in december 2020 vastgesteld door de 21 waterschappen en bevindt zich nu in de implementatiefase. Met de vaststelling van dit plan is afgesproken is dat elke slibverwerker in

samenspraak met de verbonden waterschappen zorgdraagt voor een flexibele schil van 5% capaciteit, teneinde fluctuaties in de operatie te kunnen opvangen. Via de Unie van Waterschappen wordt de benodigde capaciteit voor incidenten en calamiteiten georganiseerd.

De samenwerking in het kader van het Robuust Plan Slibeindverwerking kent twee perioden. Van 2021 tot 2025 gaat het vooral om extra opslagcapaciteit voor het zuiveringsslib dat door incidenten of calamiteiten tijdelijk niet kan worden verwerkt. Voor de periode vanaf 2025 wordt eindverwerkingscapaciteit gealloceerd. Overigens zal naar verwachting ook de verduurzaming van het zuiveringsbeheer leiden tot een vermindering van het slibvolume, waardoor meer ruimte ontstaat voor incidenten en calamiteiten. De opgave voor HVC betreft het primair het creëren van voldoende capaciteit voor het geprognoseerde aanbod, met inbegrip van 5% flexibiliteit. De huidige plannen (realisatie slibdroger) voorzien hierin, maar bij een toenemend aanbod slib van de waterschappen is dit een aandachtspunt.

6.4 Techniek

De bestaande SVI in Dordrecht en geplande slibdrooginstallatie in Alkmaar voldoen aan de huidige stand der techniek en aan alle toepasselijke wettelijke eisen. De technieken zoals toepast in de SVI en de geplande droger hebben zich ruimschoots bewezen en beide installaties kunnen worden geëxploiteerd tegen verantwoorde maatschappelijke kosten.

De geplande slibdroger draait volledig op restwarmte van de AEC, en het elektriciteitsverbruik van de SVI is volledig verduurzaamd. De elektriciteit die wordt verbruikt door de SVI wordt geproduceerd door de BEC van HVC. Deze installatie heeft als input niet-herbruikbaar afvalhout en slibgranulaat. Wel kan bij de SVI nog een belangrijke energetische optimalisatie worden doorgevoerd. Deze optimalisatie, waarmee de SVI energetisch wordt getransformeerd naar 'SVI+', vindt plaats door uitkoppeling en benutting van alle vrijkomende condensatiewarmte. Deze condensatiewarmte, die nu nog wordt weggekoeld aan de lucht, heeft een thermisch vermogen van circa 10 MW en kan via het warmtenet van HVC worden gedistribueerd naar huishoudens en gebouwen in de Drechtsteden.

Een techniek die in ontwikkeling is, betreft de terugwinning van fosfaat uit vliegashoudstof, afkomstig van monoslibverbrandingsinstallaties. In Duitsland worden hier belangrijke stappen gezet, aangezien met ingang van 2029 de Duitse waterschappen verplicht zijn om fosfaat terug te winnen. HVC en collegabedrijf SNB zijn aangehaakt bij deze ontwikkeling. Vanuit het streven naar circulariteit in het algemeen en vanuit het specifieke belang van fosfaatterugwinning in het bijzonder, is implementatie van deze techniek bij de SVI van groot belang.

In het kader van de slibstrategiestudie zijn alle bekende en toegepaste technieken in beschouwing genomen. Geconcludeerd wordt dat op dit moment alleen drogen en thermische eindverwerking technieken zijn die zich op operationele schaal bewezen hebben en die voldoen aan de toepasselijke wettelijke eisen. Derhalve komen op dit moment alleen deze technieken in aanmerking om te dienen als (toekomstige) bouwstenen voor een robuuste en duurzame be- en verwerkingsstructuur.

Techniek ontwikkelt zich echter en nieuwe technieken die zich nu nog niet bewezen hebben, zullen mogelijk op termijn wel aan de te stellen eisen van duurzaamheid en robuustheid voldoen. Om die reden is het van belang structureel onderzoek uit te voeren naar nieuwe technieken en naar de waarde daarvan voor de verduurzaming van de toekomstige slibverwerking. Door te anticiperen op nieuwe ontwikkelingen kan stapsgewijs worden overgeschakeld op nieuwe technieken wanneer daarmee ten opzichte van de huidige situatie en tegen verantwoorde maatschappelijke kosten duurzaamheidswinst kan worden behaald.

6.5 Klimaat

De Europese Commissie heeft haar 'Fit for 55'-pakket gepresenteerd. Dit is een pakket aan maatregelen met als doel in 2030 een reductie van de Europese CO₂-emissie van 55%. Om dit doel te bereiken wordt een groot aantal Europese richtlijnen aangepast. In haar meest recente rapportage laat het IPCC zien dat de huidige klimaatverandering aantoonbaar door de mens is veroorzaakt. De uitstoot van CO₂ neemt wereldwijd nog steeds toe en leidt daardoor ook tot een verdere stijging van de CO₂-concentratie in de atmosfeer. Deze klimaatverandering dreigt in toenemende mate een ontwrichtend effect te hebben.

In het licht hiervan en gezien de mogelijkheden van HVC om binnen de scope van de eigen activiteiten bij te dragen aan de matiging van de klimaatproblematiek heeft de directie van HVC recentelijk uitgesproken dat het bedrijf in 2026 maximaal dient bij te dragen aan de reductie van broeikasgasemissies, door impactvolle, afrekenbare en zichtbare groei van activiteiten in de energietransitie en de circulaire economie, door meer CO₂ af te vangen en te hergebruiken, alsmede door het eigen energieverbruik te verminderen. Deze doelstelling geldt voor alle activiteiten die HVC uitvoert, derhalve met inbegrip van de activiteiten voor de deelnemende waterschappen.

7. **Slibstrategie 2022-2028**

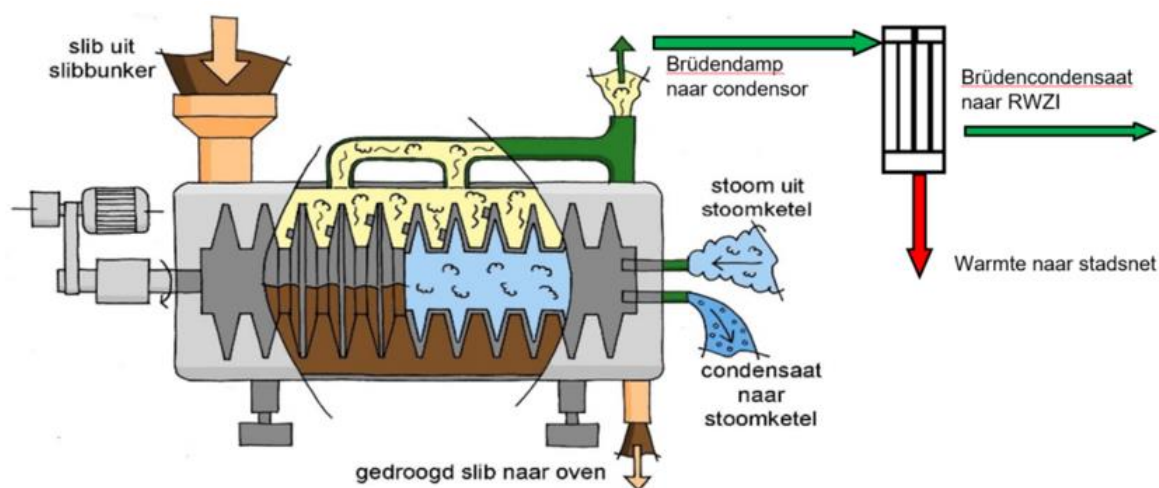
Op basis van de geformuleerde beleidsdoelstellingen en de contextanalyse wordt voor de komende zeven jaar de volgende strategie gekozen:

- Match aanbod en verwerking slib en slibgranulaat / robuuste verwerkingscapaciteit
Voor een match tussen het aanbod van slib en de beschikbare be- en verwerkingscapaciteit zal (i) de geplande slibdrooginstallatie in Alkmaar en (ii) een structurele oplossing voor de verwerking van geproduceerd slibgranulaat worden gerealiseerd. De totale be- en verwerkingscapaciteit heeft voldoende flexibiliteit (5%) om conform het robuust plan slibeindverwerking fluctuaties op te vangen.
 - *Realisatie slibdrooginstallatie Alkmaar*
De realisatie van de slibdrooginstallatie in Alkmaar vloeit voort uit eerder genomen besluiten door de aandeelhouders B en de Algemene Vergadering van HVC. De installatie, met een capaciteit van circa 230 kton per jaar komt volgens planning eind 2023 in bedrijf en biedt dan tezamen met de SVI voldoende be- en verwerkingscapaciteit voor het slib dat de komende vijftien jaar door de deelnemende waterschappen wordt aangeboden.
 - *Realisatie structurele verwerkingsmethode slibgranulaat*
Onder 6.2 is toegelicht dat de nieuwe slibdroger in Alkmaar circa 54 kton/jaar slibgranulaat zal produceren. Een hoeveelheid van 43 kton/jaar zal vooralsnog extern worden afgezet. Slibgranulaat is een duurzame-energiebron. Het is daarom gewenst om spoedig een structurele, duurzame oplossing te vinden en te implementeren. In de planperiode zal een en ander worden gerealiseerd. De eerste stap betreft een analyse van de technische haalbaarheid van een dedicated BEC en een hybride SVI, het opstellen van business case scenario's en een shortlist van potentiële locaties. De ontwikkeling hiervan zal plaatsvinden in nauwe samenspraak met de waterschappen.
- Minimaliseren CO₂-footprint
 - *Energetische verduurzaming SVI*
De SVI zal door uitkoppeling van de condensaatwarmte van de brùdendamp energetisch

verduurzaamd worden. Daarmee hoeft deze warmte (10 MWth) niet te worden weggekoeld, maar zal deze via het HVC-warmtenet worden benut voor de verwarming van woningen en andere gebouwen in Dordrecht, Sliedrecht en Papendrecht. De uitkoppeling is naar verwachting in 2023 gereed. Het leverbare vermogen van de SVI+ is met deze stap gestegen van 5 MW naar maximaal 15 MW. Met deze extra stap wordt de emissie van ca. 6 kton CO₂ per jaar vermeden.

- o *CO₂-reductieplan*

Naast de energetische verduurzaming van de SVI zoals hiervoor toegelicht, zal in het licht van de door HVC gewenste maximale bijdrage aan de reductie van CO₂-emissies, een CO₂-reductieplan worden opgesteld, specifiek gericht op de activiteiten die HVC voor de deelnemende waterschappen uitvoert.



Figuur 2: warmte-uitkoppeling SVI

- Circulariteit

Realisatie fosfaatterugwinning uit vliegashoudend SVI-Dordrecht

Zodra de techniek om fosfaat uit vliegashoudend SVI terug te winnen zich op operationele schaal bewezen heeft, wensen HVC en SNB deze techniek toe te passen op het vliegashoudend SVI uit de eigen SVI's. Voor het einde van de planperiode zal de beoogde fosfaatterugwinning zijn gerealiseerd.

- Innovatie

Structureel onderzoek naar mogelijkheden van verdere verduurzaming van de slibketen

HVC zal in 2022, na instemming van de waterschappen met een daarvoor op te stellen plan van aanpak, tezamen met de waterschappen en op structurele basis onderzoek doen naar innovatiemogelijkheden binnen de slibketen, om zo goed mogelijk aangesloten te blijven op de beleidsdoelstellingen van de deelnemende waterschappen.

8. Resultaten strategie

De strategie beoogt daadkrachtig uitvoering te geven aan de beleidsdoelstellingen van de deelnemende waterschappen ten aanzien van de slibverwerking. Het plan is erop gericht om tegen maatschappelijk verantwoorde kosten een robuuste en duurzame slibverwerkingsstructuur met een zo gering mogelijke CO₂-footprint te realiseren en om de deelnemende waterschappen een actief en dynamisch platform te bieden voor onderzoek en ontwikkeling ten behoeve van verduurzaming en verdere optimalisatie van de slibketen.

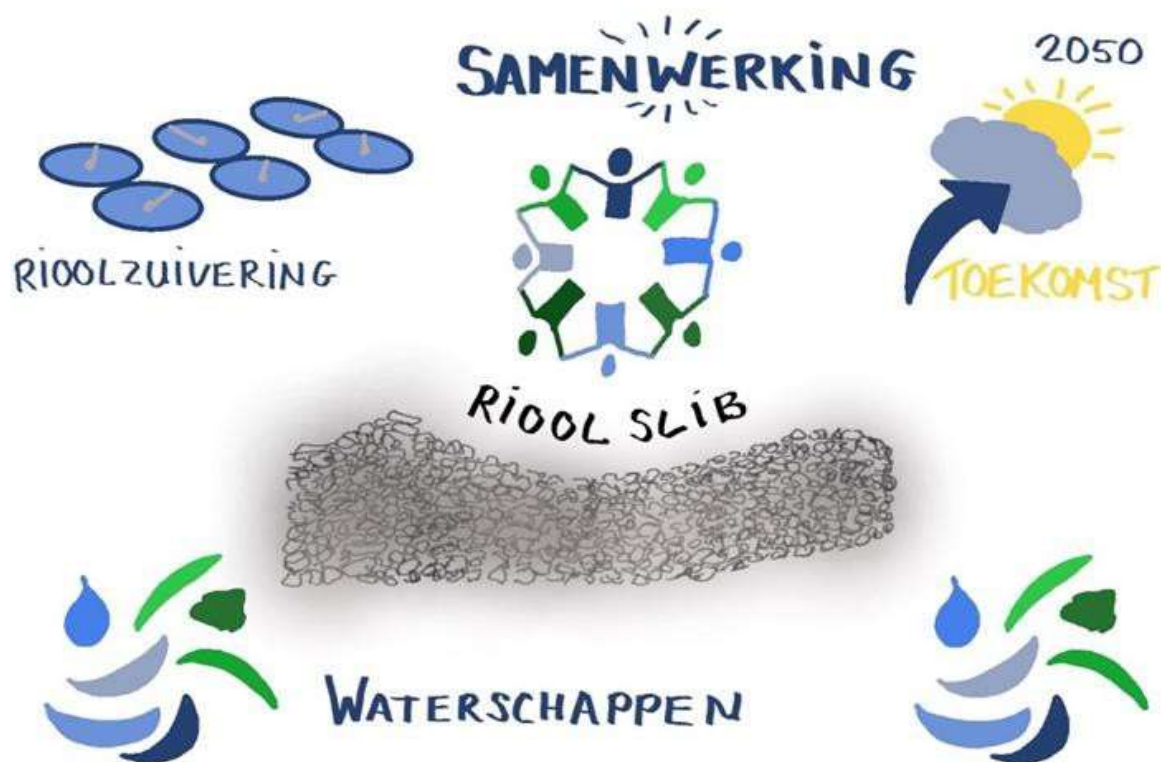
De voorliggende slibstrategie betreft een periode van 7 jaar. Gedurende deze periode zullen zich ontwikkelingen voordoen die vragen om aanpassing c.q. bijsturing van de strategie. HVC zal daarom over de periode 2022-2024 een evaluatie opstellen als handvat om gedurende de planperiode bij te sturen.

9. Ten slotte

De missie van HVC is om voor de deelnemende waterschappen koploper te zijn op het gebied van een robuuste en duurzame slibverwerking. HVC ziet er naar uit om deze ambitie in samenwerking met de deelnemende waterschappen te realiseren. De voorliggende strategie biedt daarvoor volop kansen.



Slibstrategiestudie: route naar 2050



Werkgroep slibstrategie GR Slibverwerking:

HVC en de waterschappen Amstel Gooi en Vecht, Delfland, Hollandse Delta, Rijnland, Rivierenland, Schieland en de Krimpenerwaard, Hollands Noorderkwartier en Zuiderzeeland

Versie: finaal 17 september 2021

Inhoud

Samenvatting.....	3
1 Inleiding	5
2 Uitgangspunten en doel studie	7
3 Visie en strategie	8
4 Governance	11
5 Context en Markt.....	13
5.1 De slibketen	13
5.2 Slibkwaliteiten	14
5.3 Wettelijke kaders.....	16
5.4 Slibmarkt.....	16
5.5 Prognose hoeveelheden GR-slib.....	17
6 Technieken voor slibeindverwerking.....	20
7 Varianten	22
7.1 Uitgangspunt slibverwerking HVC vanaf 2023	22
Variant 1: Synchron perspectief creëren in 2040.....	23
Variant 2: Economische levensduur staat voorop.....	24
Variant 3: Hybride installatie realiseren.....	25
Variant 4: Maximale flexibiliteit staat voorop.....	26
8 Bepaling voorkeursvariant.....	27
8.1 Aanpak.....	27
8.2 Multicriteria analyse.....	28
8.3 Vervolgstappen.....	29

Bijlagen	31
I. Marktontwikkelingen	31
II. Slibkwaliteit	35
III. Technologische ontwikkelingen op rwzi's en het effect op slib	41
IV. Poeder Actief Kool dosering - PACAS	43
V. Slibverwerkingstechnieken uit het verleden	46
VI. Mid-Mix	53
VII. Torwash	58
VIII. Mono slibverbranden 2.0	61
IX. Drogen + tweetraps verbranding	65
X. Pyrolyse slib, incl. Euphore	65
XI. Superkritisch vergassen	69
XII. Fosfaatterugwinning	73

Samenvatting

Deze slibstrategiestudie is door acht betrokken waterschappen, verenigd via de GR Slibverwerking 2009 (GR), en HVC opgesteld om richting te geven aan toekomstige investeringen in de slibverwerking door HVC. Deze slibstrategiestudie beoogt antwoord te geven op de vraag:

“Hoe borgen we de slibeindverwerking naar 2050 en welke stappen zetten we vanaf 2020?”.

De uitgangspunten voor de slibstrategie zijn in de bestuurlijke conferentie van de GR in december 2019 opgehaald en zijn als volgt vastgesteld:

1. Samenwerken in de keten.
2. Continuïteit waarborgen: betrouwbaar & robuust.
3. Alle vervuilingen in slib afbreken, concentreren en uit het milieu halen.
4. Grondstoffen terugwinnen.
5. Energiestroom benutten: van energieverbruiker naar energieleverancier.
6. Flexibiliteit bieden aan de waterschappen voor nieuwe ontwikkelingen op rwzi's.
7. Slib verwerken tegen acceptabele kosten.

Het samenwerkingsverband van de GR is een ketensamenwerking die gekenmerkt wordt door een gedeelde visie op het collectieve belang van een duurzame slibverwerking, waarbij naast continuïteit en robuustheid de bijdrage aan de energietransitie, klimaatdoelstellingen en circulaire economie belangrijke thema's zijn.

Startpunt voor de toekomstopgave voor de verwerking van slib, afkomstig uit 120 zuiveringen, is dat HVC vanaf 2023 beschikt over 590.000 ton verwerkingscapaciteit via twee slibverwerkingstechnieken die moeten voldoen aan strenge wettelijke eisen. De context voor de toekomstopgave is dynamisch als gevolg van diverse factoren:

- Een grote diversiteit in slibkwaliteiten.
- Mogelijke wijzigingen van wettelijke eisen voor zuiveren en slibverwerking.
- De kans op inzet van fiscale instrumenten die betrekking hebben op de slibverwerkingsopgave.
- Veranderingen in de markt voor slibverwerking in binnen- en buitenland.
- Een groeiprognoze die beïnvloed kan worden door technologiekeuzes op de zuiveringen.
- Een eventuele uitbreiding van het samenwerkingsverband tussen de GR en HVC door nieuwe toetreders.

Voorlopig uitgangspunt is een prognose van 600.000 tot 650.0000 ton slib in 2050, wat ongeveer 50% van het totale slibaanbod in Nederland is.

Voor slibvoorbewerking en -eindverwerking zijn momenteel diverse technieken beschikbaar, in ontwikkeling of ooit in onderzoek geweest. In dit rapport beperken we ons tot de meest bekende en toegepaste technieken. Daarnaast wordt een aantal nieuwe technieken beschreven (o.a. Midmix, (superkritisch) vergassen en pyrolyse) en bepaald of deze al voldoende geschikt zijn om op grote schaal toe te passen en daarmee opgenomen kunnen worden in de technieken die we meenemen in de varianten voor de toekomst. Geschikte technieken die zich bewezen hebben op grote schaal, voldoen aan de wettelijke eisen en daardoor kunnen worden opgenomen in de varianten zijn drogen en thermische eindverwerking (ofwel verbranden).

Op basis van geschiktheid van technieken is een viertal varianten uitgewerkt die in beeld brengen hoe de verwerkingsstappen in de tijd worden voorzien, wat de onderlinge samenhang is, hoe de robuustheid van het systeem wordt geborgd en waar kansen liggen om over te stappen naar duurzamere nieuwe technieken. De varianten zijn:

Variant 1: Synchroon perspectief creëren in 2040

Variant 2: Economische levensduur staat voorop (kent een tweetal sub-varianten)

Variant 3: Hybride installatie realiseren

Variant 4: Maximale flexibiliteit staat voorop

Per variant wordt in dit rapport aangegeven wat de kenmerken ervan zijn en met name welke mogelijkheden deze bieden om in te spelen op de dynamiek zoals geschetst in de context voor de toekomstscenario's.

Om de voorkeursvariant te bepalen zijn de varianten in een multicriteria-analyse (MCA) gewogen op continuïteit, duurzaamheid, flexibiliteit, kennis/innovatie en kosten. Deze criteria zijn afgeleid van de kernwaarden van HVC en afgestemd op de kernwaarden van de GR. Op basis van de uit de MCA voortvloeiende weging is variant 4 "Maximale flexibiliteit staat voorop" de voorkeursvariant.

Variant 4 richt zich op een stapsgewijze overgang naar nieuwe installaties wanneer dit economisch gezien rendabel is en daarmee qua duurzaamheid stappen kunnen worden gezet. Met deze variant wordt ingezet op flexibiliteit in gevraagde capaciteit voor de verwerking, of dat nu verwerking van het granulaat, het natte slib of een combinatie van beide soorten is. In deze variant zijn bovendien nieuwe technieken toe te passen wanneer deze meerwaarde bieden.

De keuze voor variant 4 leidt tot de volgende vervolgstappen:

1. Granulaatverwerkingsroutes realiseren op zo kort mogelijk termijn (bij voorkeur in 2025).
2. Verkennen van de wijze waarop onderzoek en ontwikkeling in samenspraak tussen de in de GR deelnemende waterschappen en HVC kan worden gefaciliteerd.

Randvoorwaarde voor het kiezen van deze voorkeursvariant als toekomstscenario is commitment van alle ketenpartners (deelnemende waterschappen). Dit vergt als eerste vervolgstap bespreking van de voorkeursvariant om te komen tot een actieplan en over de wijze waarop onderzoek en ontwikkeling naar toekomstbestendige slibverwerkingstechnieken kan worden gefaciliteerd.

1 Inleiding

Naast de vijf via de Gemeenschappelijke Regeling Slibverwerking (GR) deelnemende waterschappen in HVC hebben in 2020 drie waterschappen besloten om ook hun slib te laten verwerken door HVC en daartoe toe te treden als aandeelhouder in HVC en deelnemer in de GR. HVC bouwt de komende jaren een slibdrooginstallatie (SDI) om deze groei in het aanbod van slib via de GR Slibverwerking te kunnen verwerken. Deze slibstrategiestudie is opgesteld als eerste stap in de voorbereiding van besluitvorming over de richting voor toekomstige investeringen in de slibverwerking door HVC.

De waterschappen Delfland, Hollandse Delta, Rijnland, Rivierenland en Schieland en de Krimpenerwaard zijn in 2010 toegetreden tot HVC en hebben in dat kader de mono-slibverbrandingsinstallatie (SVI) van en de aandelen in DRSH Zuiveringsslib NV in Dordrecht ingebracht. Inmiddels participeren deze waterschappen via de Gemeenschappelijke Regeling Slibverwerking 2009 (hierna: GR) in HVC. De GR is aandeelhouder in HVC en laat ook het slib verwerken door HVC. De SVI, die circa 360 kton slib/jaar verbrandt, is al meer dan 25 jaar in bedrijf. De technische staat van de installatie is zodanig dat deze niet binnen afzienbare termijn, om technische redenen of vanwege wet- en regelgeving, uit bedrijf hoeft te worden genomen. Vraag is wel of er vanuit het perspectief van verduurzaming beter scorende alternatieven zijn.

In 2021 is de besluitvorming over de toetreding van drie waterschappen, te weten Amstel, Gooi en Vecht, Hollands Noorderkwartier en Zuiderzeeland, afgerond. Deze drie waterschappen worden 'aandeelhouder B' in HVC en brengen deze aandelen in de GR in. Deze drie waterschappen gaan hun slib ook via de GR door HVC laten verwerken. Met het oog daarop vindt capaciteitsuitbreiding plaats in de vorm van een nieuw te bouwen slibdrooginstallatie (SDI) in Alkmaar. De SDI gaat (rest)warmte uit de AfvalEnergieCentrale (AEC) benutten. Voor slibverwerking zijn echter nog diverse alternatieve technieken in ontwikkeling. De GR wil de mogelijkheid om deze technieken op termijn op grote schaal te laten implementeren openhouden.

Ladder van Lansink

Tenzij de waterschappen rioolwater gaan vergassen of niet meer biologisch gaan zuiveren, is preventie van slib niet mogelijk. De ambitie is om in de verwerkingstechniek zoveel mogelijk



elementen richting hergebruik te gaan toepassen, zoals het terugwinnen van energie en grondstoffen. Met de warmte-uitkoppeling uit de SVI en het drogen van slib in combinatie met verbranden voor energietoepassingen bevinden we ons op trede D van de ladder van de slibeindverwerking. Met de stap naar fosfaatterugwinning bevinden we ons op trede C.

Figuur 1 - Ladder van Lansink

Verantwoordelijkheden en strategie

De waterschappen in de GR Slibverwerking zijn publiek verantwoordelijk voor de verwerking van slib. HVC is ervoor verantwoordelijk om de slibverwerking voor de toekomst op peil te houden en tijdig capaciteiten te realiseren in verband met de toename van het te verwerken slib. Uitgaande van de huidige maatschappelijke doelstellingen op het gebied van energie, grondstoffen, duurzaamheid en circulariteit wordt de volgende strategie gehanteerd:

- Publieke verantwoordelijkheid: slibeindverwerking is de laatste stap in de afvalwaterketen en onderdeel van de publieke verantwoordelijkheid.
- Milieubescherming: hoe schoner het water hoe vuiler het slib. Storten of uitrijden van slib is geen optie.
- Circulariteit en duurzaamheid: grondstoffen- en energierugwinning hebben prioriteit.
- Continuïteit, afzetzekerheid en robuustheid: gezien de grote hoeveelheden slib is dit van groot belang.
- Kostenefficiënt: slibeindverwerking tegen de laagste maatschappelijke kosten, kansen voor verbetering liggen in schaalvergroting en nieuwe of verbeterde technieken.

Om tijdig een besluit te kunnen nemen over de toekomstige wijze van verwerking van slib dat nu in de SVI in Dordrecht wordt verwerkt, hebben de waterschappen met HVC de afgelopen jaren een studie verricht. Deze studie bevat de volgende onderwerpen:

- Een beschrijving van de visie en strategie van de GR Slibverwerking.
- Een schets van de inrichting van de samenwerking tussen de GR Slibverwerking en HVC.
- De context en de markt voor slibverwerking voor HVC en de GR Slibverwerking richting 2050.
- Overzicht van de technieken voor slibeindverwerking en de verwachtingen over het geschiktheidsniveau ervan voor de toekomstopgave voor de slibeindverwerking.
- Een schets van vier mogelijke varianten voor de toekomstopgave.
- Een weging van deze vier varianten leidend tot een voorkeursscenario met vervolgstappen.

2 Uitgangspunten en doel studie

*Naar aanleiding van een bestuurlijke conferentie in 2019 is de slibstrategiestudie uitgevoerd. Hierbij zijn zeven bestuurlijke uitgangspunten gehanteerd. De onderliggende bestuurlijke vraag voor de slibstrategiestudie luidde als volgt: **“Hoe borgen we de slibeindverwerking naar 2050 en hoe zetten we stappen vanaf 2020”**. Ontwikkelingen die tussen december 2019 en december 2020 hebben plaatsgevonden, zijn zo veel mogelijk meegenomen.*

In december 2019 vond een bestuurlijke conferentie plaats over de slibstrategie van HVC met de deelnemende aandeelhoudende waterschappen. Deze conferentie was de directe aanleiding om opdracht te geven tot het uitwerken van een slibstrategiestudie. Tijdens de conferentie werden gezamenlijke uitgangspunten opgehaald voor de studie die werden gerangschikt naar belangrijkheid volgens onderstaande indeling:

1. Samenwerken in de keten.
2. Continuïteit van transport en verwerking van slib waarborgen: betrouwbaar & robuust.
3. Alle vervuilingen in slib afbreken, concentreren en uit het milieu halen.
4. Grondstoffen terugwinnen: fosfaat uit as en waar mogelijk andere grondstoffen.
5. Energiestroom benutten: van energieverbruiker naar energieleverancier.
6. Flexibiliteit bieden voor nieuwe ontwikkelingen.
7. Slib verwerken tegen acceptabele kosten.

Tussen december 2019 en december 2020 hebben op deze uitgangspunten de volgende noemenswaardige ontwikkelingen plaatsgevonden:

- Samenwerken in de keten: HHNK, AGV en ZZL treden toe als zogeheten ‘aandeelhouder B’ in HVC en als deelnemer in de GR.
- Continuïteit waarborgen: dit is een landelijk thema geworden waarbij waterschappen meer gedeelde verantwoordelijkheid gaan nemen in het vergroten van de robuustheid van de slibverwerking in Nederland. In december 2020 is het ‘Robuust plan slibverwerking’ vastgesteld in de ledenvergadering van de Unie van Waterschappen (UvW).
- Grondstoffen terugwinnen: HVC heeft met N.V. Slibverwerking Noord-Brabant (SNB) stappen gezet om een samenwerking op gebied van fosfaatterugwinning vorm te geven.
- Energiestroom benutten: de beoogde droger in Alkmaar zal (rest)warmte van de afvalverbranding (AEC) benutten en voor de SVI in Dordrecht is een plan uitgewerkt om de energievraag verder te optimaliseren door warmte terug te winnen uit het slibverbrandingsproces.

Deze studie heeft tot doel het opstellen van een voorkeursscenario voor slibeindverwerking tot 2050 welke eind 2020 wordt voorgelegd aan het bestuur. De studie geeft antwoord op de hoofdvraag:

“Hoe borgen we de slibeindverwerking naar 2050 en welke stappen zetten we vanaf 2020?”

3 Visie en strategie

Diverse ontwikkelingen op het gebied van klimaat, energie en circulaire economie vragen om een toekomstbestendige visie en strategie voor de slibverwerkingsketen voor de komende 30 jaar. Hierbij moet ook breder in de afvalwaterketen gekeken worden. Wat zijn bijvoorbeeld de relevante ontwikkelingen in Nederland en de landen om ons heen die van invloed kunnen zijn? En welke aanvullende bijdrage kan slibverwerking leveren aan maatschappelijke transities, zoals de energietransitie en de circulaire economie?

Deze strategische studie geeft hier invulling aan. Eerst is gekeken naar de brede maatschappelijke ontwikkelingen in Nederland. Vanuit deze ontwikkelingen wordt ingezoomd naar de afvalwaterketen en de slibverwerkingsketen en wat dit betekent op middellange (>2030) en lange termijn (>2050). Uiteindelijk moet deze strategische studie antwoord geven op de centrale vraag:

“Hoe borgen we de slibeindverwerking naar 2050 en welke stappen zetten we vanaf 2020?”

Strategische ontwikkelingen in Nederland en de landen om ons heen

In relatie tot slibeindverwerking ontmoeten grote maatschappelijke opgaven elkaar in een combinatie van complexiteit, urgentie en kwetsbaarheid. Zo hebben demografische en sociaaleconomische ontwikkelingen invloed op de kwaliteit en kwantiteit van het zuiveringsslib. Denk bijvoorbeeld aan de toenemende hoeveelheid medicijnresten in afvalwater. Tegelijkertijd gaat de technologische vernieuwing steeds sneller en wordt digitalisering steeds belangrijker. Van alle maatschappelijke ontwikkelingen is de toenemende noodzaak voor verduurzaming het meest relevant voor de slibverwerking. Grondstoffen raken op, het klimaat verandert door de uitstoot van broeikasgassen, de temperatuur stijgt en dit alles heeft de nodige invloed op de maatschappij en daarmee ook op de waterschappen.

Om deze impact op de aarde te verminderen en om toekomstbestendig te zijn is afgesproken dat Nederland Circulair is in 2050. Dit is een complexe en veelomvattende transitie die meer is dan alleen een verzameling projecten. Een regionale en landelijke circulaire economie zal naar verwachting ook ingrijpen op de afvalwaterketen. Het vraagt een manier van wonen, werken en leven in Nederland, die op lange termijn houdbaar en duurzaam is en waar de GR zich op moet voorbereiden. We moeten nú al rekening houden met de langetermijndoelen, terwijl we tegelijkertijd dienen te beseffen dat we nog niet alles weten en kunnen plannen.

Ook de landen om ons heen zijn nadrukkelijk bezig met klimaatdoelstellingen, energietransitie en de circulaire economie. Door buitenlandse beleidskeuzen en wetgeving wordt het steeds moeilijk om afzet van stromen naar andere landen te realiseren. Dat vormt een uitdaging maar ook een kans om nu nog ‘moeilijke’ stromen van waarde te gaan voorzien. HVC onderhoudt nauwe afstemming met ketenbedrijven en waterschappen in Duitsland, België en Frankrijk en voor nieuwe technologieën kijken we internationaal.

Circulaire economie bij de waterschappen

De waterschappen zijn, via de UvW, medeondertekenaar van akkoorden als het grondstoffenakkoord, klimaatakkoord en ‘Nederland Circulair in 2050’. Ook de GR zal daarmee moeten voldoen aan de bijkomende regelgeving en afspraken. De landelijke akkoorden en afspraken zijn in dit traject beschouwd als de wettelijke kaders en vormen de input voor de GR doelen en tussendoelen.

Hoofddoel is dat de waterschappen 100% circulair zijn in 2050. Dat wil zeggen:

- 100 % Hernieuwbaar. Voorkom uitputting door gebruik te maken van secundaire grondstoffen en uitfasering van primaire grondstoffen.
- 100 % Emissievrij. Veroorzaak geen schadelijke emissies naar bodem, lucht of water.
- 100 % Afvalvrij. Zorg ervoor dat reststromen zo hoogwaardig mogelijk worden hergebruikt en win schaarse grondstoffen terug.

Vertaling van de ontwikkelingen naar de slibverwerkingsketen

De waarde van water wordt steeds meer zichtbaar. Afvalwater wordt steeds meer gezien als een bron voor schone energie, grondstoffen en producten die cruciaal zijn in de circulaire economie. In de slibstrategie wordt een vertaling gemaakt van circulaire doelen naar de slibverwerkingsketen. Ruim 40% van het slib in Nederland wordt namelijk vanaf 2021, via HVC, door de GR verwerkt. Dit brengt verantwoordelijkheden en kansen met zich mee. De uitkomsten van de strategiestudie landen uiteindelijk in een uitvoeringsprogramma van HVC.

Een andere ontwikkeling is dat gekeken moet worden naar de gehele waterketen en daarvan afgeleid de afvalwaterketen. Toekomstige ontwikkelingen in de slibverwerkingsketen moet immers passen in de optimalisatie in de totale keten (value case).

Missie, visie en thema's

Om de langetermijndoelstellingen van Nederland en de waterschappen te concretiseren naar de GR wordt een vertaalslag gemaakt naar een missie en visie. De missie en visie worden in deze notitie verder uitgewerkt in een aantal thema's.

Missie GR:

De GR biedt continuïteit in het verwerken van het zuiveringsslib van de aangesloten waterschappen en draagt bij aan de langetermijndoelstellingen op het gebied van duurzaamheid.

Visie GR:

Het verwerken van het zuiveringsslib vindt kosteneffectief plaats en draagt bij aan duurzaamheid door energie en grondstoffen uit het slib terug te winnen. Hierbij wordt uitgegaan van optimalisatie in de gehele waterketen. Om de continuïteit te garanderen en om in te kunnen spelen op de diverse technologische ontwikkelingen werken we samen met partners om dit te realiseren.

Thema's:

De missie en visie wordt vertaald naar een aantal thema's. Deze thema's worden onderverdeeld in drie hoofdthema's: governance, techniek, en financiën.

Governance

- Samenwerken in de keten.
- Actief aandeelhouderschap.
- Samenwerken met andere slibverwerkers op nationaal niveau.
- Creëren van maatschappelijke meerwaarde.

Techniek

- Continuïteit van de eindverwerking van slib.
- Streven naar hoogwaardig hergebruik van slib en/of slib reststoffen in de circulaire economie.
- Omslag maken van slib als restproduct naar slib als grondstof door zo veel mogelijk stoffen terug te winnen.
- Streven naar 100% CO2-reductie in 2050.
- Voorkomen dat milieugevaarlijke stoffen terechtkomen in lucht, water of bodem.
- Flexibiliteit bieden om ruimte te creëren voor nieuwe ontwikkelingen op het gebied van rwzi's en slibverwerkingstechnieken.
- Creëren van bruikbare energiestromen (van energieverbruiker naar energieleverancier).

Financiën

- Slib verwerken tegen aanvaardbare kosten.
- Maken van een omslag van laagste kosten benadering naar maatschappelijke waardecreatie.

Korte- en middellangetermijndoelstellingen van de GR

De onder de hoofdthema's genoemde punten kunnen worden omgezet in de volgende concrete korte- en middellangetermijnacties, die verder worden uitgewerkt in de volgende hoofdstukken.

Governance

- Uitwerken hoe we de samenwerking in de GR tussen de waterschappen en HVC zo flexibel mogelijk kunnen maken, zodat we inspelen op nieuwe technieken, innovaties en maatschappelijke veranderingen. Met een ketenbenadering als uitgangspunt.
- Afspreken binnen GR-verband welke rol HVC gaat spelen in de realisatie van de doelen en welke rol de waterschappen hierin gaan spelen (actief aandeelhouderschap).

Techniek

- Realisatie van en bijdrage leveren aan het nationale "robuust slibplan".
- Uitwerken van de wijze waarop de slibverwerking in Dordrecht wordt voortgezet na 2028.
- Flexibiliteit bieden om ruimte te creëren voor nieuwe ontwikkelingen op het gebied van rwzi's en slibverwerkingstechnieken.
- Uitwerken hoe we innovatie actief kunnen aanjagen en in welke vorm we daarin participeren.
- Koppeling maken met de Regionale Energiestrategieën. Onderzoeken welke rol slib en de slibeindverwerking als energiebron kan spelen.
- Bevorderen van technieken die gericht zijn op het terugwinnen van grondstoffen uit de slibketen.

Financiën

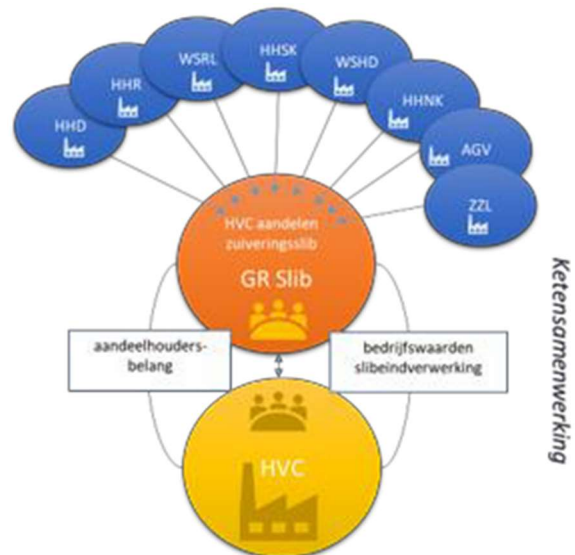
- Afspraken maken over de financiering van onderzoek naar nieuwe technieken en innovaties.

4 Governance

De deelnemers in de GR kenmerken zich door een gedeelde visie op een robuuste en duurzame slibverwerking. De strategie ten aanzien van de slibverwerking wordt voorbereid door de directie en raad van commissarissen van HVC en ter vaststelling voorgelegd aan de aandeelhouder(s) B, i.c. de GR. Voor zover toepasselijk wordt deze eveneens voorgelegd aan de algemene vergadering van HVC. Het algemeen bestuur van de GR is het hoogste orgaan van de GR. Ambtelijke advisering vindt plaats vanuit de ambtelijke vertegenwoordiging in de GR.

Acht waterschappen hebben hun HVC-aandelen (B) ingebracht in de GR en laten het zuiverings-slib via de GR verwerken door het eigen bedrijf HVC. De deelnemende waterschappen vormen een ketensamenwerking die gekenmerkt wordt door:

- Aandeelhouders-commitment
 - Exclusiviteit
 - Garantstelling voor investeringen naar rato van aandelen
- Gedeelde bedrijfswaarden
 - Borging van continuïteit
 - Duurzaamheid en circulariteit
 - Energie en klimaat
- Rekening houden met elkaars belangen
 - Transparantie over ontwikkelingen van invloed op de slib/waterketen
 - Ketensamenwerking op strategisch, tactisch en operationeel niveau



Figuur 2 - Schematische weergave van de ketensamenwerking

Strategisch

Het bestuur van de GR is samengesteld uit dagelijks bestuurders van de acht deelnemende waterschappen en beslist onder meer over de samenstelling van de GR en over in te nemen standpunten die in de aandeelhoudersvergadering worden uitgedragen. Strategische ontwikkelingen bespreekt het bestuur met de directievertegenwoordiger van HVC.

De ambtelijke organisatie van de GR wordt gevormd door de secretaris van de GR en vertegenwoordigers van de deelnemende waterschappen. De secretaris is adviseur van het bestuur en stuurt de ambtelijke organisatie aan. De vertegenwoordigers van de waterschappen zijn adviseur voor hun bestuurder in de GR.

Het vaststellen van het gewenste toekomstscenario voor slibverwerking is een strategische keuze die dient te worden vastgesteld door de GR. Het is van belang algemene besturen van de waterschappen mee te nemen in de verschillende scenario's en de afwegingen voor de gekozen strategie. HVC is verantwoordelijk voor de voorbereiding en uitvoering van de strategie. In voorkomende gevallen zullen in dat kader investeringsvoorstellen ter goedkeuring worden voorgelegd.

Investeringsvoorstellen worden, voor deze ter besluitvorming worden voorgelegd, door de RvC van HVC getoetst op haalbaarheid en risico's. Voor investeringen in de slibverwerking door HVC is de instemming van de aandeelhouders B (GR) van primair belang. Nieuwe investeringen met een risico > € 10 miljoen worden ook ter goedkeuring voorgelegd aan de algemene vergadering van aandeelhouders van HVC.

Het voornemen van de GR om in de aandeelhoudersvergadering in te stemmen met een investeringsvoorstel wordt afgestemd met de dagelijks besturen van de waterschappen en, voor zover relevant, ter kennisname aangeboden aan de algemene besturen van de waterschappen.

Tactisch

De ambtelijke organisatie van de GR werkt nauw samen met HVC, geeft invulling aan het opdrachtgeverschap aan HVC, raadpleegt de ambtelijke organisatie en experts van de waterschappen, bereidt bestuurlijke adviezen en besluitvorming voor en rapporteert aan het bestuur. De betrokken functionarissen van HVC schuiven aan bij de verschillende overleggen. De bestaande opdrachtgever-opdrachtnemer relatie wordt samenhangend beschreven in een nog vast te stellen dienstverleningsovereenkomst en wordt op dit niveau opgepakt.

Operationeel

De afstemming en uitvoering van de operationele afspraken wordt periodiek besproken met direct betrokkenen vanuit procesvoering op de zuiveringen en procesvoering en logistiek van HVC.

5 Context en Markt

Startpunt voor de toekomstopgave voor de verwerking van slib is dat HVC vanaf 2023 beschikt over twee slibverwerkingstechnieken die voldoen aan strenge wettelijke eisen. De context voor de toekomstopgave is dynamisch, wat komt door:

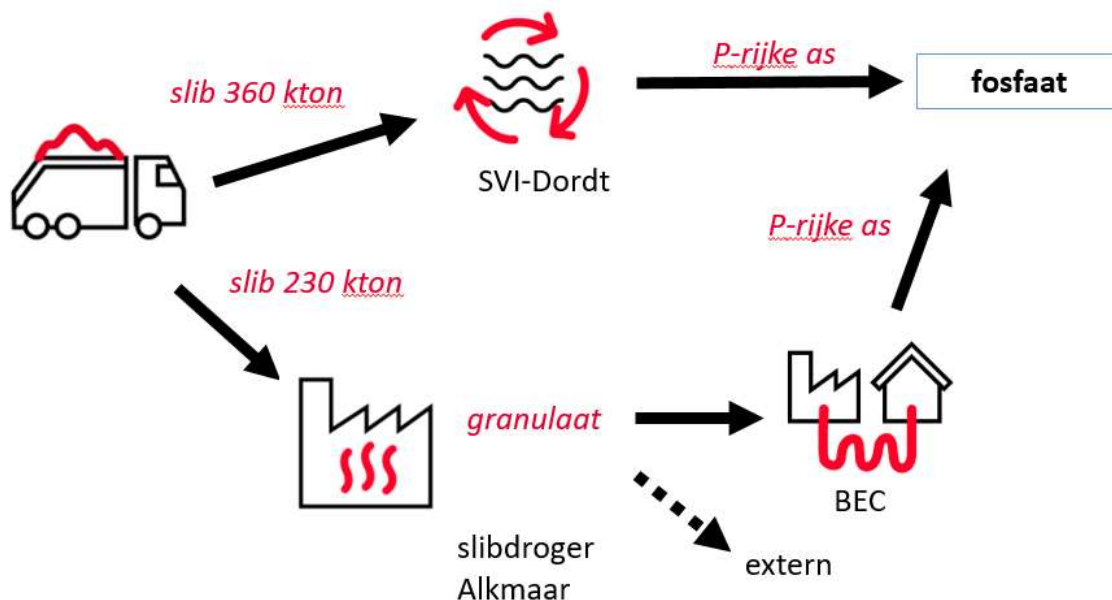
- een grote diversiteit in slibkwaliteiten;
- mogelijke wijzigingen van wettelijke eisen voor zuiveren en slibverwerking;
- de kans op inzet van fiscale instrumenten die betrekking hebben op de slibverwerkingsopgave;
- veranderingen in de markt voor slibverwerking in binnen- en buitenland;
- een groeiprognose die beïnvloed kan worden door technologiekeuzes op de zuiveringen;
- een eventuele uitbreiding van het samenwerkingsverband tussen de GR en HVC door nieuwe toetreders.

Voorlopig uitgangspunt is een prognose van 600.000 tot 650.0000 ton te verwerken slib in 2050.

Om de toekomstscenario's te kunnen volgen is het relevant om eerst een beeld te schetsen van de context en markt van waaruit deze scenario's zijn opgesteld. In dit hoofdstuk schetsen we daarom de samenhang en diversiteit in de slibketen, de variaties in slibkwaliteiten, de wettelijke en andere eisen in binnen- en buitenland, de prognose van hoeveelheden en de marktontwikkelingen.

5.1 De slibketen

Na realisatie van de nieuwe verwerkingscapaciteit, de SDI in Alkmaar in 2023, ziet de uitgangspositie voor bepaling van de toekomststrategie voor slibverwerking 2050 er als volgt uit. De fosfaatterugwinningsinstallatie is in deze uitgangspositie beoogd, maar nog niet gerealiseerd in 2023.



Figuur 3 - Uitgangspositie slibverwerking na 2023

Deze slibketen heeft de volgende kenmerken:

- Acht waterschappen met 120 zuiveringen, waarbij geen enkele zuivering hetzelfde is, leveren slib aan.
- Er zijn verschillende combinaties van slibverwerking op de zuiveringen (al dan niet vergisten,

- thermisch bewerken etc.) met slibeindverwerking door HVC.
- Het rioolwater wordt in de basis biologisch gezuiverd: bevolkingsgroei betekent toename slib.
- De slibprognose is dynamisch door vervangings- en vernieuwingskeuzes op zuiveringen.
- Innovaties en proceswijzigingen op zuiveringen hebben invloed op hoeveelheden slib en de samenstelling ervan.
- HVC verwerkt een mix van verschillende kwaliteiten slib (zie verder ook 5.2).
- HVC heeft 2 verschillende slibverwerkingsroutes:
 1. Slibverbranding in Dordrecht.
 2. Slibdrogen in Alkmaar.
- De keuzeopties voor granulaatverwerking na drogen staan nog open.

5.2 Slibkwaliteiten

HVC verwerkt een mix van verschillende kwaliteiten slib. De variatie ontstaat door verschillen in oorsprong van het rioolwater, zuiveringstechnologie en slibverwerking op de zuivering zelf zoals in onderstaande matrix wordt geschetst.

	Zuivering afvalwater	Slibverwerking op zuivering	Eindverwerking slib HVC
Doel	Zoveel mogelijk verontreinigingen uit het water halen die al-dan-niet in het slib terecht komen	Ontwateren Beperken verontreinigingen in retourstroom naar waterlijn Optie: energie uit slib	Transport slib Afbreken verontreinigingen Terugwinnen energie en grondstoffen
Basis	Biologisch zuiveren Evt. met hulpstoffen	Zonder vergisting Met Vergisting Ontwatering: bandindikker, centrifuge, PE-dosering	Transport en opslag Verbranden in SVI Drogen en daarna verbranden
Varianten op de basis	Celluloseverwijdering Pacas: poederkooldosering Nazuivering met zandfilter + UV of Ozon	Serie-vergisting Neerslaan struviet in slib Struviet verwijderen uit slib TDH, Themista, Torwash Biopolymeren uit slib	Gepland: P-terugwinning uit as Biopolymeren uit slib

Tabel 1 - Matrix zuivering en slib(eind)verwerking.

Over het algemeen bestaat slib uit water, organische stof en anorganische stof. Afhankelijk van oorsprong rioolwater en technologie bevat het daarnaast verontreinigingen en waardevolle stoffen. Onder deze laatste twee categorieën kan gedacht worden aan de volgende zaken.

Verontreinigingen:

- Zware en andere metalen.
- Zouten.
- Organische verontreinigingen zoals PAK's, PCB's, bestrijdingsmiddelen en medicijnresten.
- Zeer zorgwekkende stoffen zoals kwik, cadmium, arseen en PFAS.
- Bacteriën en virussen.

Waardevolle stoffen die mogelijk teruggewonnen en benut kunnen worden:

- Koolstof = energie.
- Organische droge stof.
- Metaalverbindingen.
- Fosfaat.
- Biopolymeren en vetzuren.

Voor al het slib geldt dat dit wordt ontwaterd tot ca. 16-30% droge stof. Met name de hoeveelheid organische stof in het slib is van invloed op de benodigde verbrandingscapaciteit. Door slibvergisting

daalt het organisch gehalte in het slib wat thermische capaciteitsruimte creëert in de slibverbrandingsinstallatie. In de samenwerking tussen de ketenpartners is het van belang dat plannen, technische ontwikkelingen en innovaties op de zuiveringen tijdig met HVC besproken worden, zodat HVC zo goed mogelijk in kan spelen op de effecten en risico's voor de slibverwerking.

De volgende tabel is bedoeld om inzicht te verschaffen in het effect van verschillende technieken op de slibkwaliteit, welke partijen erbij betrokken zijn en wat de status van de ontwikkeling is. Omdat de planning van ontwikkelingen en innovaties niet vast staat en afhankelijk is van bestuurlijke keuzes bij individuele waterschappen, kan hier geen cijfermatig effect voor worden bepaald. Het toekomstplan gaat uit van het gegeven dat de slibkwaliteit in de loop der jaren gevarieerd blijft en wijzigt.

Proces	Doel	Effect op slib	Partijen	Status
Ephyra - Themista	Betere vergisting, meer biogas	Minder slib, lager organisch stof % in slib	o.a. HHSK en ZZL	In bedrijf ZZL plan voor 2 ^e Ephyra
Torwash	Torrefactie en daarna verbeterde ontwatering zonder PE meer biogas	Minder slib naar eindverwerker door hoger droge stof %, en lager organisch stof%	TNO, STOWA, Aa & Maas, Rivierenland, ZZL	Plan voor demo-installatie Land van Cuijk
Nereda en Kaumera	Efficiënter en kleiner ruimtebeslag zuivering, productie Kaumera (alginaat), uit slibkorrel	Geen chemicaliën-verbruik op rwzi (Fe/Al, PAC). 20-35% minder slib, energiebesparing > 30%	RHDHV, TUDELFT, V&V, Rijn en IJssel,	In bedrijf, & plannen voor meer installaties Rwzi Zutphen (eerste Kaumera-fabriek)
PACAS	Medicijnresten verwijdering uit effluent	Hoger os%, minder doorzet SVI	HH Rijnland Plannen ZZL	Testen op rwzi
Zeefgoed / fijnzeven	afvangen van cellulose, en daarna opwaarderen tot grondstof	Lager os%, vnl minder beluchting nodig op rwzi	HHNK, Aa& Maas, AquaMinerals, Cellvation Plannen ZZL	Fullscale zeef bij HHNK, maar opwerkingsstap in testfase
Bioplastics / vetzuren	Productie PHA/bioplastics	Additionele omzetting van slib naar vetzuren t.b.v. bioplastics leidt tot minder slib	HVC, STOWA, diverse waterschappen, Paques	Demo-locatie HVC Dordrecht
Struviet	Fosfaat-terugwinning (struviet)	Minder fosfaat in slib naar eindverwerkers	AGV, Delfland, HHNK, ZZL, AquaMinerals	Full-scale, maar alles kleinschalig

Tabel 2 - Technieken op de zuivering, van invloed op slibsamenstelling

5.3 Wettelijke kaders

Het zuiveren van rioolwater en het verwerken van slib vindt plaats binnen de context van strenge wet- en regelgeving en ambitieuze doelen. De regelgeving voor het zuiveren is afgestemd op het ontvangend waterlichaam en de beperking van het effect ervan op de omgeving van de zuivering. De regelgeving voor slibverwerking kent een hoge complexiteit en is gericht op het afbreken van verontreinigingen en het beperken van het effect op de omgeving.

De huidige minimum standaard voor slibeindverwerking is thermische verwerking. Een minimum standaard wil zeggen dat betere verwerking (hoger op de ladder van Lansink¹ - zie tevens figuur 1 in Hoofdstuk 1) ook is toegestaan. De aanwezigheid van zeer zorgwekkende stoffen verbiedt afzet van slib naar de landbouw. Naast geur en geluid worden daarbij strenge eisen gesteld aan het beperken van de emissie van de verbranding en aan rookgasreiniging.

De kans dat de wettelijke eisen voor zowel het zuiveren van afvalwater als het verwerken van slib komende jaren nog strenger worden is realistisch. Daarnaast moet bij de nadere uitwerking van het toekomstscenario rekening worden gehouden met de kans dat het Rijk fiscale instrumenten zoals afvalstoffen- en CO₂-heffingen ook van toepassing verklaart op de verwerking van zuiveringsslib. Dit zijn politieke keuzes die te allen tijde kunnen wijzigen. Omdat zo'n wijziging grote financiële consequenties kan hebben, moet dit deze de komende jaren worden meegewogen bij iedere vervolgstap in de uitwerking van het toekomstscenario. Niet uitgesloten is dat het kan leiden tot een herijking van de voorkeursvariant.

5.4 Slibmarkt

In het recente verleden werd gedroogd slib of gecomposteerd slib deels verwerkt in het buitenland. Binnen Europa heeft ieder land zijn eigen wetgeving ten aanzien van de verwerking van zuiveringsslib ontwikkeld. Dit kan van invloed zijn op de toekomstscenario's voor slibverwerking. Hieronder een beeld van de ontwikkelingen in nabijgelegen landen.

België

- Cementindustrie voor afzet slibgranulaat steeds minder betrouwbaar.
- Vraagstuk milieuwinst ten opzichte van bijvoorbeeld Dedicated BEC voor slibgranulaat.
- Voorbeeld: Aquafin, tender mono-verbranding inclusief fosfaatterugwinning.

Duitsland

- Verbod per 2025 op uitrijden van rwzi-slib als meststof op landbouwgrond.
- Verplichting per 2029 voor fosfaatterugwinning uit slib.
- Afbouw bruinkoolcentrales (vaak ook afzetkanaal voor slibgranulaat) in het kader van de 'Energiewende'.

In 2017 is in Duitsland wetgeving vastgesteld met betrekking tot de kwaliteit van het slib voor gebruik in de landbouw én de verplichting tot terugwinning van fosfor uit het afvalwater. Als gevolg daarvan kiezen Duitse waterschappen veelal voor mono-verbranders voor de verwerking van slib zodat het in het slib aanwezige fosfaat via de asroute gerecycled kan worden. Een tekort aan verwerkingscapaciteit in Duitsland leidt tot hoge prijzen en een ban op buitenlands slib. De verwachting is dat deze situatie in Duitsland zich pas na 2030 zal normaliseren.

¹ https://nl.wikipedia.org/wiki/Ladder_van_Lansink

Frankrijk

- Uitrijden op landbouwgrond (nog) toegestaan. Strookt niet met visie HVC+GR.

In 2019 werd slibcompost uit Nederland voor het eerst uitgereden over Franse akkers als bodemverbeteraar. Grootschalig toepassing van deze aanpak lijkt echter beperkt.

Onderstaand plaatje geeft een beeld van de stand van zaken en ontwikkelingen in de Nederlandse markt.



Figuur 4 -Verschillende typen slibverwerking in Nederland.

In de toekomstscenario's moet rekening worden gehouden met de volgende ontwikkelingen:

Capaciteit uit de markt: circa 340 kton + exportbeperkingen

- AEB (co-verbranden): afbouw.
 - Contract met AGV stopt per 2023.
 - Ook geen slib meer van ZZL.
 - Slib van AGV en ZZL naar HVC.
- SDI-HHNC (Beverwijk), afgeschreven, stopt per 2024 (95 kton).
- SDI-WBL: afgeschreven/eindigt rond 2028 (65 kton).
 - Ook lastiger afzet naar cementindustrie.
 - Op zoek naar nieuwe verwerking.
- Swiss-Combi: stopt naar verwachting zodra EEW start (65 kton).
- ENCI Maastricht: dicht, geen slibgranulaatverwerking meer.

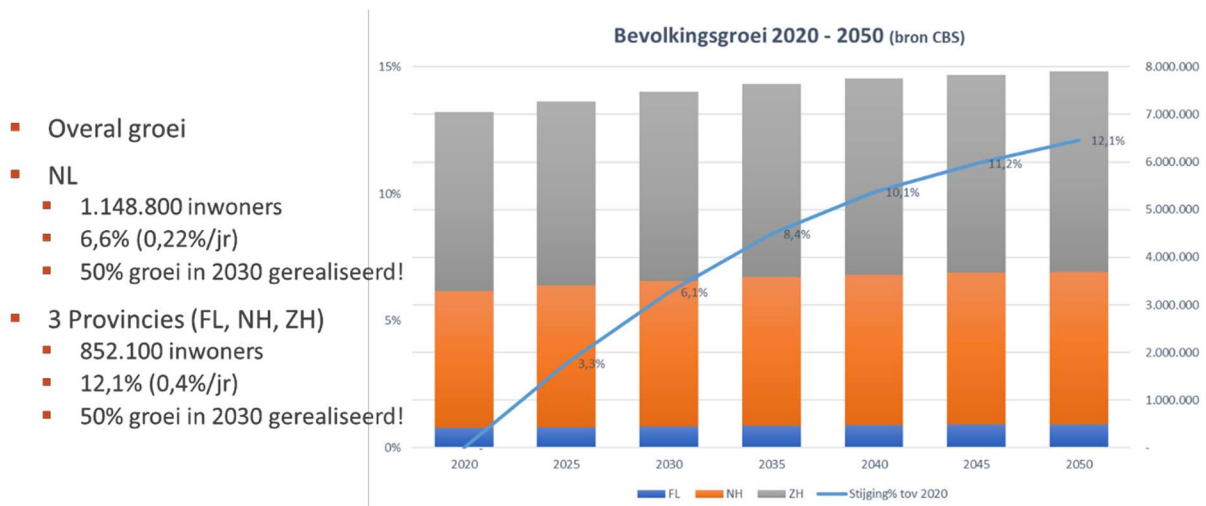
Nieuwe capaciteit in de markt (415 kton)

- SDI HVC in Alkmaar: 230 kton.
- EEW-Delfzijl: ontwikkelt mono-verbranding (extra lijn). Max 185 kton in bedrijf in 2025.
- GMB afzet naar landbouw Frankrijk en zal ook leveren aan EEW.
 - Stopt met verwerking slib van ZZL.

5.5 Prognose hoeveelheden GR-slib

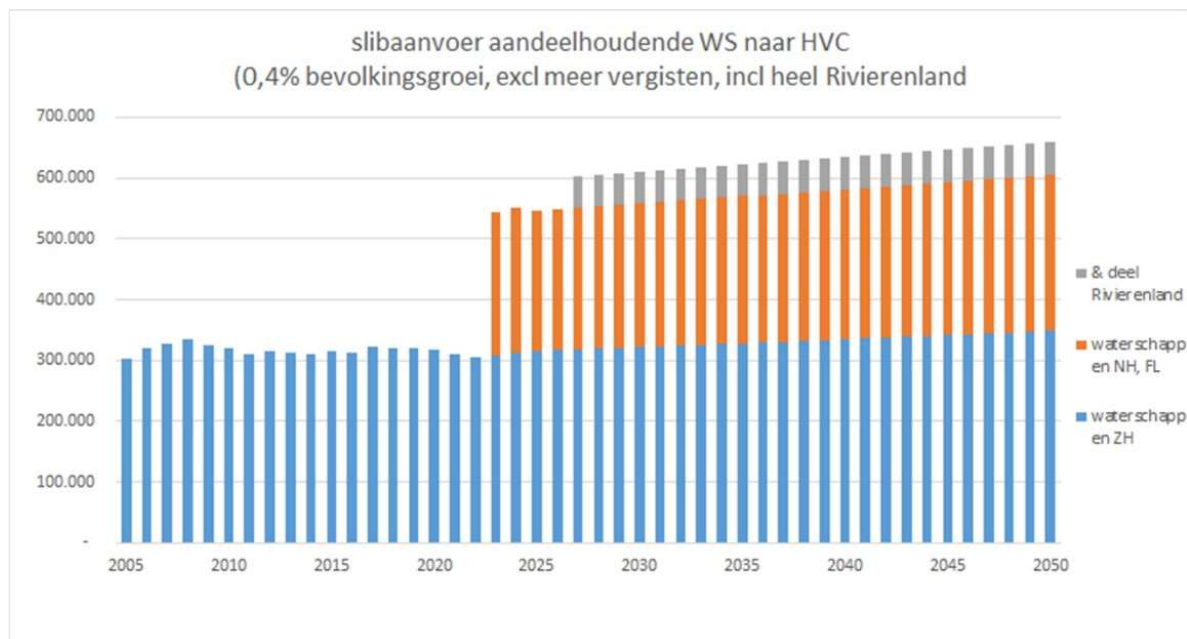
Ofschoon in deze slibstrategie de exacte te realiseren capaciteit nog niet bepaald hoeft te worden, is het voor de scenario's van belang hier wel een indicatief beeld voor te schetsen.

HVC verwerkt vanaf 2023 al het zuiveringsslib van de waterschappen in de provincies Noord- en Zuid-Holland en Flevoland. De bevolkingsgroei is van invloed op de slibprognose. Het CBS voorspelt in de periode 2020-2050 een groei van 12,1% in het verzorgingsgebied van de GR en HVC. Verwacht wordt dat deze groei in 2030 voor 50% gerealiseerd is. De verwachte groeisnelheid is van invloed op het toekomstscenario.



Figuur 5 - Bevolkingsgroei in Flevoland, Noord- en Zuid Holland.

Deze groeiverwachting resulteert in de volgende prognose voor het GR-slib waarbij rekening is gehouden met een mogelijk extra aanbod aan te verwerken slib vanuit waterschap Rivierenland.



Figuur 6 - Slibprognose GR.

Waterschap Rivierenland verkent momenteel de mogelijkheid om het deel van haar slib van de zuiveringen gelegen in Noord-Brabant en Gelderland ook door HVC te laten verwerken. In de bovenstaande grafiek is al het slib van Waterschap Rivierenland opgenomen. De verkenning van de mogelijkheden lijkt zich echter toe te gaan spitsen op het al dan niet kunnen leveren van een beperkte hoeveelheid extra slib per jaar.

De prognose van te verwerken hoeveelheden voor 2050 is met name gebaseerd op de bevolkingsgroei. De verwachting is dat het slibaanbod van de GR in 2050 ca. 600.000 tot 650.000 ton slib bedraagt.

Overige factoren van invloed op de prognose en capaciteitsplanning

Boven op de verwachte groei moet de capaciteitsplanning bijdragen aan verhoging van de robuustheid van het slibverwerkingsaanbod in Nederland. Bij langdurige storingen of calamiteiten in een slibverwerkingsinstallatie zijn er momenteel onvoldoende uitwijkmogelijkheden om het slib elders te laten verwerken en moet het slib tijdelijk gestort worden. De ledenvergadering van de UvW heeft in december 2020 een plan vastgesteld teneinde de slibverwerking in Nederland robuuster te maken. Het is van belang dat de toekomstplannen voor slibverwerking bijdragen aan het verlagen van de huidige kwetsbaarheid, waar mogelijk zo snel mogelijk.

Dat betekent dat de capaciteitsplanning gebaseerd moet worden op de volgende principes:

- Basisverwerkingscapaciteit (structureel beschikbaar): jaarcapaciteit + 5%.
- Incidentencapaciteit (incidenteel inzetbaar): basisverwerkingscapaciteit +7%.

Andere factoren die van invloed zijn op de definitieve capaciteitsplanning en blijvend gemonitord worden zijn:

- Ontwikkeling technologie op de zuiveringen van de GR-waterschappen.
- Kansen op toetreding tot de GR van meerdere waterschappen.
- Overige ontwikkelingen en investeringen in slibverwerkingsmarkt in Nederland.

6 Technieken voor slibeindverwerking

Voor slibvoorbewerking en -eindverwerking zijn momenteel diverse technieken beschikbaar, in ontwikkeling of ooit in onderzoek geweest. In dit hoofdstuk beperken we ons tot de meest bekende en toegepaste technieken en wordt een aantal nieuwe technieken beschreven (o.a. MidMix, (superkritisch) vergassen en pyrolyse). De technieken die worden opgenomen in de variantenstudie zijn ‘drogen’ en ‘thermische eindverwerking’ (ofwel verbranden), omdat deze technieken zich reeds op grote schaal hebben bewezen en voldoen aan de wettelijke eisen.

Gezien de grote hoeveelheid slib heeft de GR een grote publieke verantwoordelijkheid en HVC een grote uitvoerende verantwoordelijkheid om dit slib robuust te verwerken. De techniekkeuze is daarop van invloed. In dit hoofdstuk wordt inzicht gegeven in de stand der techniek en de geschiktheid ervan om op te nemen in scenario's voor de toekomst van slibeindverwerking, beginnend met het startpunt van slibverwerking na realisatie van de SDI in Alkmaar in 2023.

Voor de relevante technieken in ontwikkeling is met name is gebruik gemaakt van het onderzoek dat RoyalHaskoningDHV in 2019 heeft uitgevoerd in opdracht van de Vereniging van Zuiveringbeheerders.

Hieronder een overzicht van technieken voor de verwerking van nat slib² (ontwaterd en komend van de zuivering) en een inschatting van de beschikbaarheid³ van nieuwe technieken. Een gedetailleerde beschrijving van de technieken is opgenomen in de bijlagen (V t/m XI).

Technieken voor de verwerking van nat slib

Technologie	Proces	Eindproduct	Verdere verwerking en/of markt	Techniek beschikbaar
Verbranden in SVI	Verbranden van nat slib in een installatie waarin alleen slib wordt verwerkt	Fosfaatrijke as	Fosfaat terugwinnen uit as Fe en Al terugwinnen voor rwzi Gips inzetten als bouwstof Rest inzetten in cement/asfaltindustrie	Per direct
MidMix	Onder toevoeging van ongebluste kalk, treedt verdamping van water op. Stoffen in slib worden geïmmobiliseerd.	Kalkrijke bouwstof (Neutral)	Neutral inzetten in beton en cementindustrie. Marktvraag eindproduct beperkt.	2021/2022
Torwash	Torrefactie, daarna persen tot droge slibkoek	Slibkoek (ds 65%),	Slibkoek thermisch verwerken	2025
Superkritisch vergassen	Thermo-chemisch verwerking onder hoge druk en temperatuur (>374° C en > 221 bar)	Syn/groenGas	Groen gas als alternatief voor fossiel gas.	> 2030
Composteren	Op lage temperatuur drogen, zonder toevoeging van veel externe energie	slibcompost	Thermische verwerking volgens LAP3, daarna fosfaat terugwinnen	Per direct
Drogen met (rest)warmte	Op relatief lage tot middelhoge temperatuur drogen van slib	Granulaat	Thermische verwerking volgens LAP3, daarna fosfaat terugwinnen	Per direct

Tabel 3 - Technieken voor de verwerking van nat slib

² Torwash is geen eindverwerking maar een verwerkingstechniek gericht op een slibreductie van circa 50%.

³ Beschikbaarheid is ingeschat op basis van testresultaten op pilotschaal.

Voor de verwerking van gedroogd slib, zoals het granulaat uit de slibdroger, of compost, zijn de volgende technieken beschikbaar of in ontwikkeling.

Technologie	Proces	Eindproduct	Verdere verwerking en/of markt	Techniek beschikbaar
Pyrolyse / vergassen	Thermische verwerking (300-800°C) zonder zuurstof (start met 75% ds)	Biochar of ander koolstofrijk product of gas	Meststof in de landbouw Echter in NL niet toegestaan door hoge zink en koperconcentratie.	> 2030
Verbranden in mono-BEC	Verbranden van slibgranulaat in een installatie waarin alleen slib wordt verwerkt	Fosfaatrijke as	Fosfaat terugwinnen uit as Fe en Al terugwinnen voor rwzi Gips inzetten als bouwstof Rest inzetten in cement/asfaltindustrie	Per direct
Verbranden in hybride BEC	Verbranden in van gedroogd slib in een installatie waarin ook hout en/of slibkompost wordt verwerkt	Fosfaatrijke as	Fosfaat terugwinnen uit as Fe en Al terugwinnen voor rwzi Gips inzetten als bouwstof Rest inzetten in cement/asfaltindustrie	Per direct

Tabel 4 - Technieken voor de verwerking van gedroogd slib

Samenvatting technieken en geschiktheid om in ogenschouw te nemen voor deze studie:

1 Verbranden in SVI

Bewezen techniek, fosfaatterugwinning als vervolgstap mogelijk. Energetisch interessant in geval van warmte-uitkoppeling.

Wordt meegenomen in de variantenstudie

2 Midmix

Op kleine schaal bewezen, markttoepassing beperkt, voldoen nog niet aan Lap3

Wordt **niet** meegenomen in variantenstudie

3 Torwash

Op demo-schaal bewezen, moet zich nog verder bewijzen. Interessant voor slibreductie en decentrale energieproductie.

Wordt **niet** meegenomen in variantenstudie want is geen eindverwerkingstechniek.

4 Superkritisch vergassen

Op kleine schaal bewezen maar nog niet met slib, Wordt **niet** meegenomen in variantenstudie.

Behoort tot de mogelijkheden voor gezamenlijk verkennend onderzoek.

5 Composteren

HVC zal deze techniek niet zelf toepassen. Wordt **niet** meegenomen in de variantenstudie. Wel behoort het verbranden van slibcompost tot de mogelijkheden in een hybride BEC.

De hybride BEC nemen we mee in de variantenstudie (zie punt 9 hieronder).

6 Drogen met (rest)warmte

Bewezen techniek, gaat vanaf 2023 toegepast worden bij de slibdroger in Alkmaar.

Is startpunt bij de variantenstudie.

7 Pyrolyse/vergassen

Op demo-schaal bewezen, moet zich nog verder bewijzen. Interessant in de grondstoffentransitie in het kader van biobased grondstoffen.

Wordt **niet** meegenomen in variantenstudie.

8 Verbranden in mono-BEC

Bewezen techniek. Interessant m.b.t. fosfaatterugwinning en terugwinning energie.

Wordt meegenomen in de variantenstudie.

9 Verbranden in hybride BEC

Bewezen techniek. Interessant m.b.t. fosfaatterugwinning en terugwinning energie.

Wordt meegenomen in de variantenstudie.

7 Varianten

Op basis van geschiktheid van technieken is een viertal varianten uitgewerkt:

- Variant 1: Synchroon perspectief creëren in 2040
- Variant 2: Economische levensduur staat voorop
- Variant 3: Hybride installatie realiseren
- Variant 4: Maximale flexibiliteit staat voorop

Per variant is aangegeven wat de kenmerken ervan zijn en met name welke mogelijkheden deze biedt om in te spelen op de dynamiek zoals in voorgaande hoofdstukken is geschetst. Specifiek voor variant 2 geldt dat deze op twee manieren kan worden vormgegeven.

7.1 Uitgangspunt slibverwerking HVC vanaf 2023

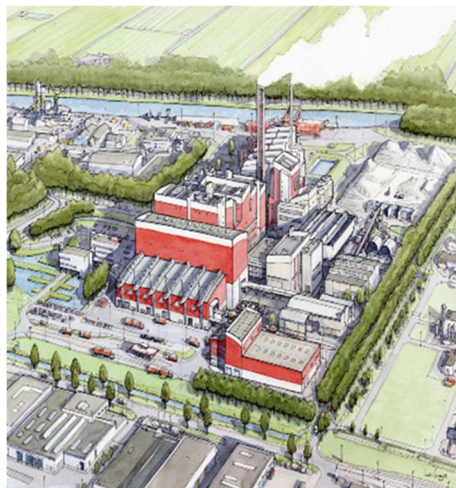
Vanaf 2023 beschikt HVC over de volgende slibverwerkingsroutes voor de waterschappen in de GR.

SVI Dordrecht

- Input: 360 kton ontwaterd slib/jaar.
- Waarvan 320 kton van aandeelhouders.
- Energiebron: deels eigen opwek uit verbrandingsenergie slib.
- Output: fosfaatrijke vliegashoudstof voor fosfaatwinst, warmte en elektriciteit.

SDI Alkmaar

- Input: 230 kton ontwaterd slib/jaar.
- Energiebron is (rest)warmte van de AEC.
- Output: 54 kton slibgranulaat als groene energiebron.



Figuur 7 - Artist impressie SDI Alkmaar

In deze studie worden de verschillende varianten om de slibeindverwerking tot 2050 te borgen weergegeven. Waarbij de volgende uitgangspositie voor de varianten is gehanteerd:

- De bouw van een SDI van 230 kton, welke in 2023 in bedrijf wordt genomen
- Het storten van slibgranulaat past niet binnen de doelstellingen en ambities van de waterschappen en HVC. Het slibgranulaat wordt gezien als belangrijke bron voor duurzame energie en grondstoffen. Verwerking van slibgranulaat is daarom integraal onderdeel van deze studie voor de toekomst van slibverwerking. Het slibgranulaat uit de SDI in Alkmaar wordt voor een deel in de bio-energiecentrale in Alkmaar (12 kton) verwerkt. Voor het resterende deel van het granulaat zijn er plannen in ontwikkeling:
 - Aanpassing van de bio-energiecentrale voor extra bijstook á 10 kton tot in ieder geval 2030.
 - Ontwikkeling van een additionele ketel voor ongeveer 20 kton, eventueel opschaalbaar.
 - Voor het laatste deel van het slibgranulaat uit de SDI (ongeveer 12 kton) moet nog een plan worden vastgesteld. HVC brengt hiervoor meerdere opties in kaart. Tijdelijke externe afzet naar bijvoorbeeld de cementindustrie, behoort tot een van de mogelijkheden.
- De bestaande SVI (met een capaciteit van circa 360 kton voor ontwaterd slib) is in 2028 en de

jaren daarna (afhankelijk per lijn) boekhoudkundig afgeschreven, maar kan technisch langer mee. Zeker na het verhogen van de energie-efficiency van de SVI in 2021/2022.

- HVC en de waterschappen gaan stappen zetten op het gebied van duurzaamheid. Dit in aansluiting op bijvoorbeeld de Sustainable Development Goals (SDG's), het Klimaatakkoord, Green Deals (tussen Rijk en de waterschappen en vanuit Europa) en de bijdrage aan circulaire economie door terugwinning van energie en grondstoffen (met specifiek de wens voor grootschalige fosfaatterugwinning). Waarbij ruimte en flexibiliteit aanwezig zijn voor het verkennen, testen en implementeren van nieuwe technologieën.
- HVC en de waterschappen gaan stappen zetten om de robuustheid en continuïteit van het gehele systeem zo goed mogelijk te borgen. Hiervoor wordt een optimale afstemming tussen financiële, technische en organisatorische aspecten gezocht.

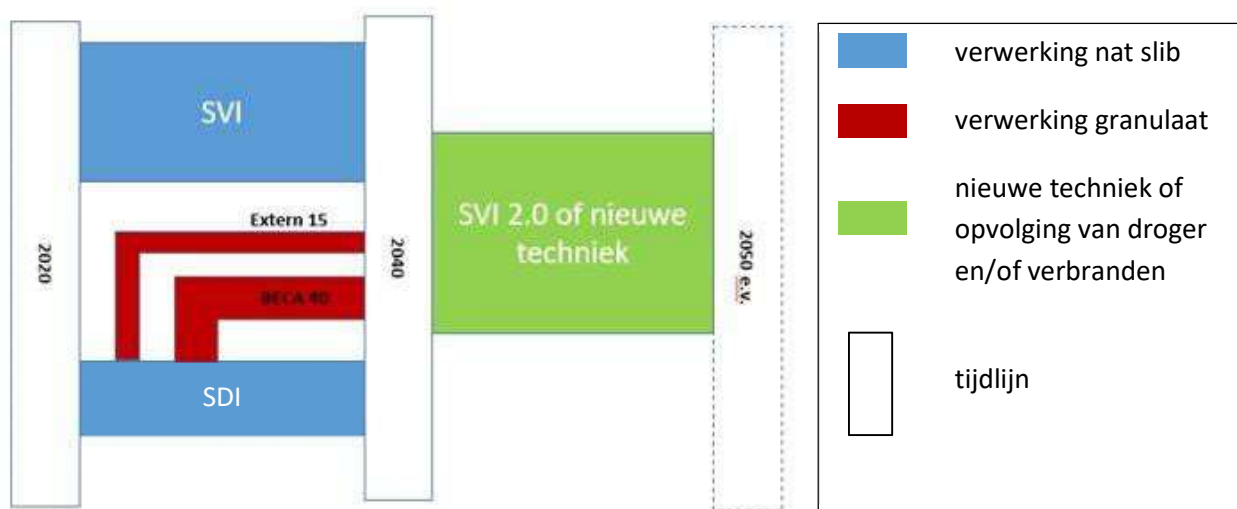
Met voorgaande uitgangspunten als toetsingskader zijn de volgende varianten opgesteld en in deze studie, in de volgende paragrafen, uitgewerkt:

1. Synchron perspectief creëren in 2040.
2. Economische levensduur staat voorop.
 - a. SVI 2.0 + granulaatverbranding.
 - b. Nieuwe techniek + granulaatverbranding.
3. Hybride installatie realiseren.
4. Maximale flexibiliteit staat voorop.

Variant 1: Synchron perspectief creëren in 2040

Deze variant richt zich op het creëren van handelingsperspectief in 2040. Na 2040 kan voor al het zuiveringsslib van de HVC-waterschappen een nieuwe keuze gemaakt worden qua slib-eindverwerkingstechniek.

In deze variant is het uitgangspunt dat de SDI in Alkmaar en de SVI in Dordrecht tot 2040 doordraaien. Met andere woorden: de financiële afschrijving van deze twee installaties wordt synchron getrokken. Voor de SVI in Dordrecht vraagt dit om - naar verwachting beperkte - aanpassingen en investeringen. Het granulaat uit de SDI in Alkmaar verwerkt HVC in de BEC in Alkmaar en wordt deels extern afgezet. Voor het deel dat verwerkt wordt in de BEC is een investering nodig. Voor de externe afzet is een goede connectie met de markt noodzakelijk.



Figuur 8 - Schematische weergave van Variant 1 inclusief legenda

Omstreeks 2030 wordt de verwerkingsroute voor de periode na 2040 vormgegeven. Vanwege de lange doorlooptijden van het realiseren van dit soort grote installaties is het raadzaam tijdig

te starten met de voorbereidingen. In deze fase wordt binnen deze variant ook budget voor R&D gereserveerd om bij te dragen aan de ontwikkeling van nieuwe technieken.

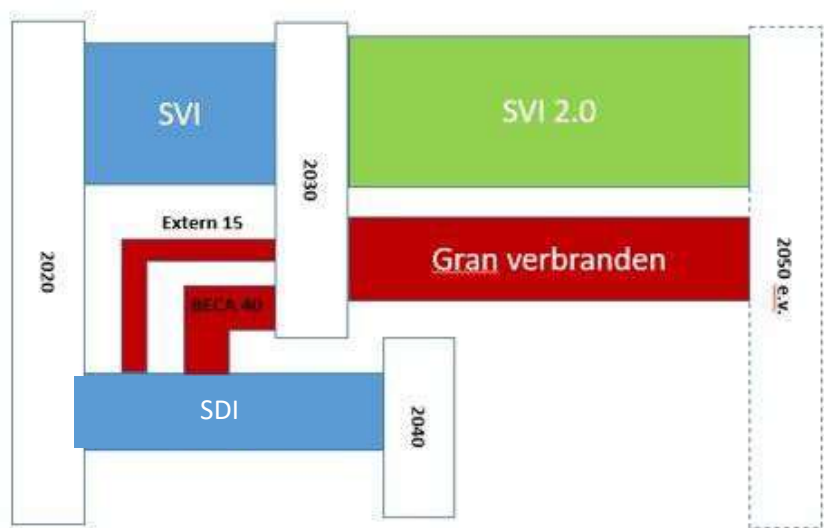
Variant 2: Economische levensduur staat voorop

2a: SVI 2.0 + granulaatverbranding

Variant 2a richt zich op het implementeren van nieuwe installaties wanneer dit economisch gezien rendabel is. De installaties draaien dus niet door tot het einde van de technische levensduur. De oplossing voor granulaat richt zich maximaal op het bevorderen van de slibmarkt in Nederland.

In deze variant draait de SVI Dordrecht door tot 2030, waarna een SVI 2.0 in Dordrecht of elders in Nederland wordt gebouwd. De beoogde SDI wordt in Alkmaar gerealiseerd. Verwerking van het granulaat van de SDI in Alkmaar vindt grotendeels plaats in de BEC in Alkmaar en een deel wordt extern afgezet. Dit mede om goede connecties met de markt te houden. In deze variant wordt vanaf 2030 in samenwerking met andere granulaatproducenten in Nederland een separate granulaat verbrandingsinstallatie gebouwd. Om dit te realiseren wordt actief de samenwerking gezocht.

Ook in deze variant wordt omstreeks 2030 de toekomstige slibeindverwerking voor de SDI in Alkmaar vormgegeven, zodat deze in 2040 is gerealiseerd. Daarnaast wordt ook binnen deze variant budget voor R&D gereserveerd om bij te dragen aan de ontwikkeling van nieuwe technieken.



Figuur 9 - Schematische weergave van Variant 2a

2b: Nieuwe techniek + granulaatverbranding

Deze variant is bijna identiek aan variant 2a. Alleen wordt in 2030 geen SVI 2.0 in Dordrecht of elders in Nederland gebouwd, maar wordt gekozen voor een nieuwe techniek. De keuze voor een specifieke nieuwe techniek dient wel in de komende paar jaar te worden gemaakt in verband met de doorlooptijd van het voorbereiden en bouwen van een nieuwe installatie.

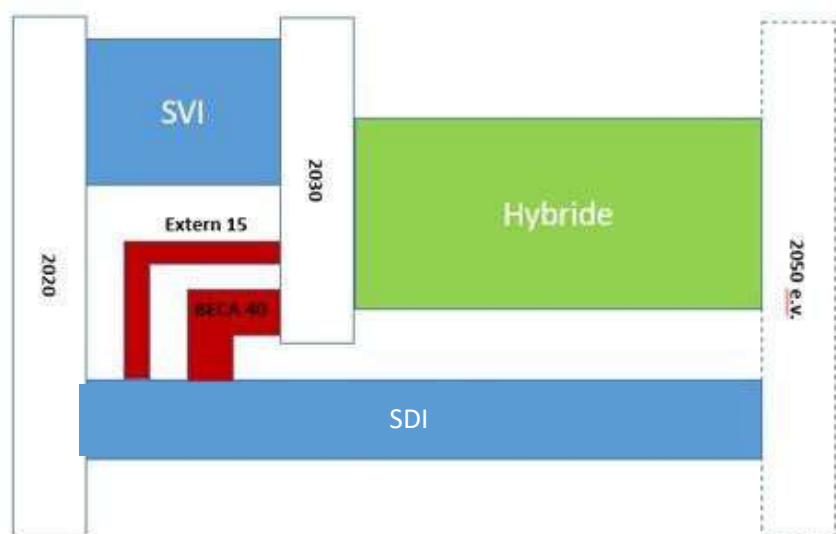


Figuur 10 - Schematische weergave van Variant 2b

Variant 3: Hybride installatie realiseren

Variant 3 richt zich op het creëren van handelingsperspectief in de periode omstreeks 2050. De oplossing voor het granulaat is gericht op de eigen benodigde capaciteit. De slibmarkt in Nederland wordt met deze keuze gedeeltelijk bevorderd.

Bij deze variant wordt vanaf 2030 in Dordrecht of ergens anders waar een behoorlijke warmtevraag is, een hybride BEC in bedrijf genomen. Deze installatie verwerkt het granulaat uit de SDI in Alkmaar, samen met nat slib en slibcompost. De levensduur van de SDI wordt verlengd tot 2050, zodat voor een langere tijd een deel van het granulaat voor de hybride installatie zelf geproduceerd kan worden. Verwerking van het granulaat uit de SDI Alkmaar vindt tot 2030 in de BEC-Alkmaar plaats en een deel wordt extern afgezet. Met de externe afzet wordt feeling met de markt gehouden en opkomende nieuwe technologieën worden gevolgd. Om een hybride installatie gezamenlijk met andere verwerkers te realiseren, wordt actief de samenwerking gezocht met andere slib- en granulaatproducenten. Daarnaast wordt ook binnen deze variant budget voor R&D gereserveerd om bij te dragen aan de ontwikkeling van nieuwe technieken om deze vanaf 2050 in te kunnen gaan zetten.

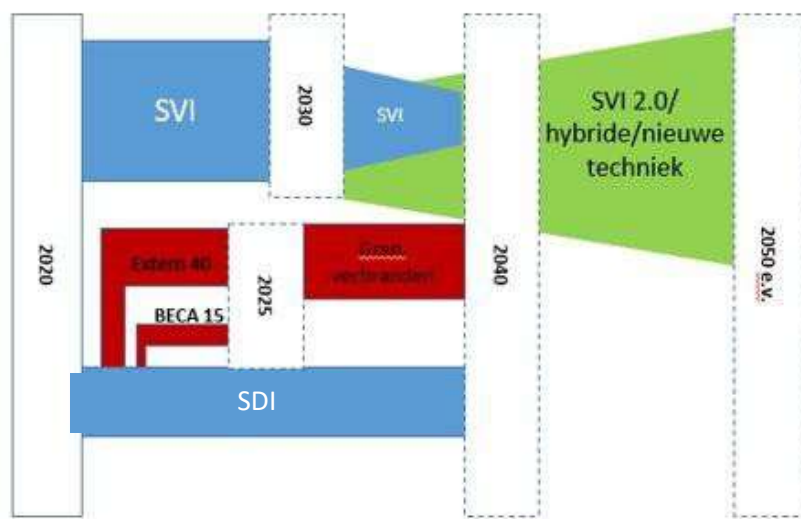


Figuur 11 - Schematische weergave van Variant 3

Variant 4: Maximale flexibiliteit staat voorop

Deze variant 4 richt zich op een stapsgewijze overgang naar nieuwe installaties wanneer dit economisch gezien rendabel is. De inzet in deze variant is gericht op flexibiliteit om in te kunnen spelen op dat wat op enig moment nodig is. Dit kan de verwerking van het granulaat zijn, het natte slib of een combinatie van beide soorten. Tevens zijn nieuwe technieken toe te passen.

In deze variant wordt zo snel mogelijk een eerste lijn voor de granulaatverbranding van de SDI in Alkmaar gebouwd. De SVI Dordrecht wordt vervolgens in fasen (per lijn) uitgeschakeld en gelijktijdig wordt in fasen naar een nieuwe installatie overgestapt. Deze nieuwe installatie bestaat uit verschillende lijnen waarbij iedere lijn apart is ontworpen voor een bepaalde ratio van aanvoer van ontwaterd/gedroogd slibgranulaat. Verwerking van het granulaat uit de SDI vindt tot 2025 in de BEC in Alkmaar plaats en wordt voor een deel extern afgezet. Deze externe afzet zorgt voor behoudt van feeling met de markt en maakt het mogelijk nieuwe technologieën te volgen en hierop te anticiperen. Bij elke faseovergang hoort een herijkingsmoment, waarop ook opkomende technologieën worden afgewogen. Ook wordt actief de samenwerking gezocht met andere slib- en granulaatproducenten en wordt binnen deze variant budget voor R&D gereserveerd om bij te dragen aan de ontwikkeling van nieuwe technieken.



Figuur 12 - Schematische weergave van Variant 4

8 Bepaling voorkeursvariant

Om te komen tot een voorkeurvariant zijn de varianten uit het vorige hoofdstuk in een multicriteria-analyse (MCA) gewogen op continuïteit, duurzaamheid, flexibiliteit, kennis/innovatie en kosten. Deze criteria zijn afgeleid van de kernwaarden van HVC die zijn afgestemd op de kernwaarden van de GR Slibverwerking. Op basis van deze weging is variant 4 “Maximale flexibiliteit staat voorop” de voorkeursvariant. Randvoorwaarde voor het kiezen van deze voorkeursvariant als toekomstscenario is commitment van alle ketenpartners (waterschappen in de GR). Dit vergt als eerste vervolgstap bespreking van de voorkeursvariant om te komen tot een actieplan voor onderzoek en ontwikkeling naar toekomstbestendige slibverwerkingstechnieken.

8.1 Aanpak

Om tot een voorkeursvariant te komen, is een multicriteria-analyse (MCA) toegepast. In deze MCA zijn de verschillende varianten op de volgende criteria getoetst: continuïteit, duurzaamheid, flexibiliteit, kennis/innovatie en kosten. Op basis van de kernwaarden van HVC die zijn afgestemd op de kernwaarden van de GR Slibverwerking zijn de criteria gewogen, waarbij de uitkomst in de MCA wordt gepresenteerd.

Continuïteit

Continuïteit weegt het zwaarst mee omdat de GR waterschappen continu slib produceren. Onder continuïteit wordt de bedrijfszekerheid van de installaties verstaan. Hoe minder storingsgevoelig een techniek is, hoe hoger de score. Niet alleen de bedrijfszekerheid van de installaties speelt een rol bij dit criterium. Ook de afzet van de restproducten zoals granulaat en as maakt hier onderdeel van uit. Hoe hoger de afzetzekerheid wordt ingeschat, hoe hoger de score. Bij nieuwe technieken geldt de volwassenheid van de techniek als een belangrijke variabele. Hoe volwassener de techniek is, hoe hoger de score.

Duurzaamheid

Onder duurzaamheid wordt hier de mogelijkheid tot energierugwinning en de mogelijkheden tot het beperken van de uitstoot van broeikassen verstaan. Hoe meer energie kan worden teruggewonnen, hoe hoger de score. En hoe minder uitstoot van broeikassen, hoe hoger de score. Daarnaast geldt als criterium de mate waarin recycling van grondstoffen uit zuiveringsslib of uit de reststoffen van het eindproduct mogelijk is. De mogelijkheid tot het terugwinnen van fosfaat vormt hierin ook een belangrijk aandachtspunt. Als laatste speelt de restvervuiling van de eindproducten. Hoe minder restvervuiling, hoe hoger de score.

Flexibiliteit

Het criterium flexibiliteit houdt in hoe flexibel een combinatie van verwerkingsinstallaties werkt. Hierbij wordt de gehele keten van afvalwaterzuivering tot en met slibverwerking en de ver- en bewerking van herwonnen stoffen in de keten bekeken en wordt de werking onder een wisselende hoeveelheid zuiveringsslib of wisselende kwaliteit van het slib beoordeeld. Hoe groter de variatie kan zijn, hoe hoger de score. Belangrijk aspect daarbij is ook het inspelen op veranderende omstandigheden met nieuwe technieken.

Kennis/Innovatie

Hierbij wordt gekeken of een variant kansen voor toepassing van in de toekomst voldoende uitontwikkelde technieken creëert. Varianten waarin de keuze voor een nieuwe techniek uitgesteld kan worden, scoren hoger op dit criterium. Langer kunnen wachten op een definitieve keuze geeft namelijk extra tijd om een nieuwe techniek verder door te ontwikkelen.

Kosten

Alle kosten in de looptijd van de installaties vallen binnen dit criterium. Denk aan investeringskosten, onderhoudskosten, verwerking eindproducten, rentekosten enz. Omdat er nog geen businesscases voor de varianten zijn opgesteld scoren alle varianten op dit criterium vooralsnog gelijkwaardig. Over het geheel genomen is de wens de slibverwerking mogelijk te houden binnen een acceptabel tarief.

8.2 Multicriteria analyse

Hieronder staat de samenvatting van de uitkomsten van de uitgevoerde MCA. Groen staat in de tabel voor een positieve score ten opzichte van de huidige situatie en rood geeft een negatieve score weer.

	Multicriteria analyse	1. Perspectief 2040	2a. SVI 2.0 en ded BEC	2b. Nieuwe techniek + ded BEC	3. Hybride	4. Flexibiliteit	legenda
40%	Continuïteit						goed
30%	Duurzaamheid						ruim vold
10%	Flexibiliteit						vold
10%	Kennis/Innovatie						matig
10%	Kosten						slecht
100%	totaal						

Tabel 5 - Samenvatting MCA

Uit de samenvatting valt op te maken dat variant 4 in alle gevallen op alle criteria het hoogst scoort in vergelijking met de andere varianten. Uit de gevoeligheidsanalyse van de MCA volgt een zeer constante uitkomst op. Navolgend lichten we in meer detail toe wat deze uitkomst in praktijk in gaat houden.

Continuïteit

Enkel uitontwikkelde technieken worden benut. Het granulaat uit de SDI in Alkmaar wordt bij voorkeur in eigen beheer verwerkt, waardoor beperkte afhankelijkheid is van derden. Eventuele doorontwikkelde nieuwe technieken kunnen gefaseerd worden ingevoerd. Dit betekent slechts gedeeltelijke verwerking van het zuiveringsslib in een nieuwe techniek. Hierdoor is het effect van storingen en opstartperikelen (die altijd kunnen optreden bij nieuwe technieken) slechts op dat deel van toepassing.

Duurzaamheid

Op zo kort mogelijk termijn wordt het granulaat van de SDI in Alkmaar in een aparte verbrandingslijn verwerkt, met optimale terugwinning van energie en fosfaat.

Flexibiliteit

Het in stappen vervangen van de installatieonderdelen maakt maximaal inspelen op veranderende marktomstandigheden en op veranderde slibhoeveelheden (kwalitatief en kwantitatief) mogelijk. Het kunnen inzetten van nieuwe technieken voor een deel van het zuiveringsslib/granulaat, maakt dat variant 4 op het item flexibiliteit het hoogst scoort.

Kennis/Innovatie

Door de bestaande installaties langer door te laten draaien wordt tijd gewonnen die kan worden benut om te investeren in onderzoek naar nieuwe technieken. Op het moment dat een nieuwe techniek volwassen is, kan deze ingezet worden voor het verwerken van een deel van het zuiveringsslib.

Kosten

Zoals aangegeven is het criterium 'kosten' geen onderscheidende parameter. Over het geheel genomen is de wens de slibverwerking mogelijk te houden binnen een marktconform tarief.

8.3 Vervolgstappen

De keuze voor variant 4 leidt tot de volgende vervolgstappen:

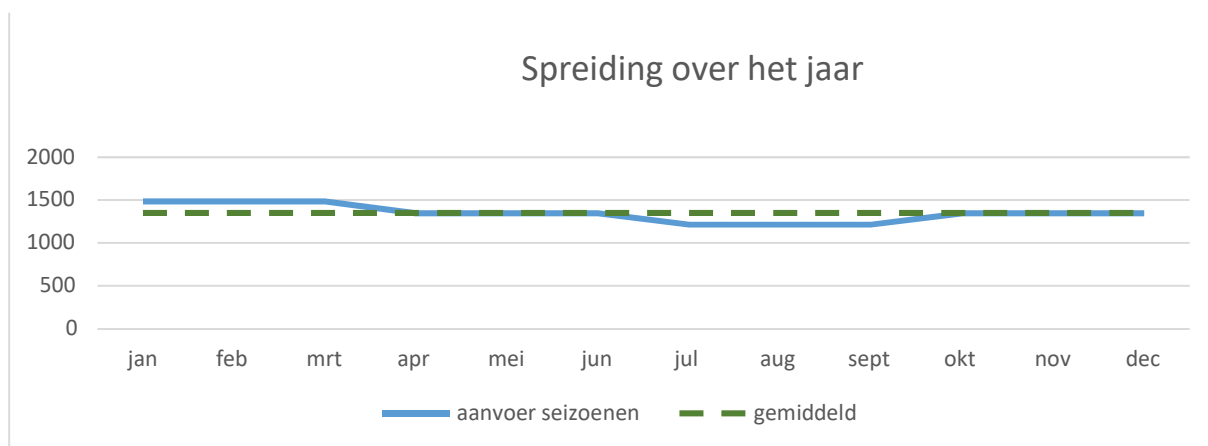
1. Granulaatverwerkingsroutes realiseren op zo kort mogelijk termijn (bij voorkeur per 2025).
2. Verkennen van de wijze waarop onderzoek en ontwikkeling in samenspraak met de in de GR deelnemende waterschappen kan worden gefaciliteerd.

Bijlagen

I. Marktontwikkelingen

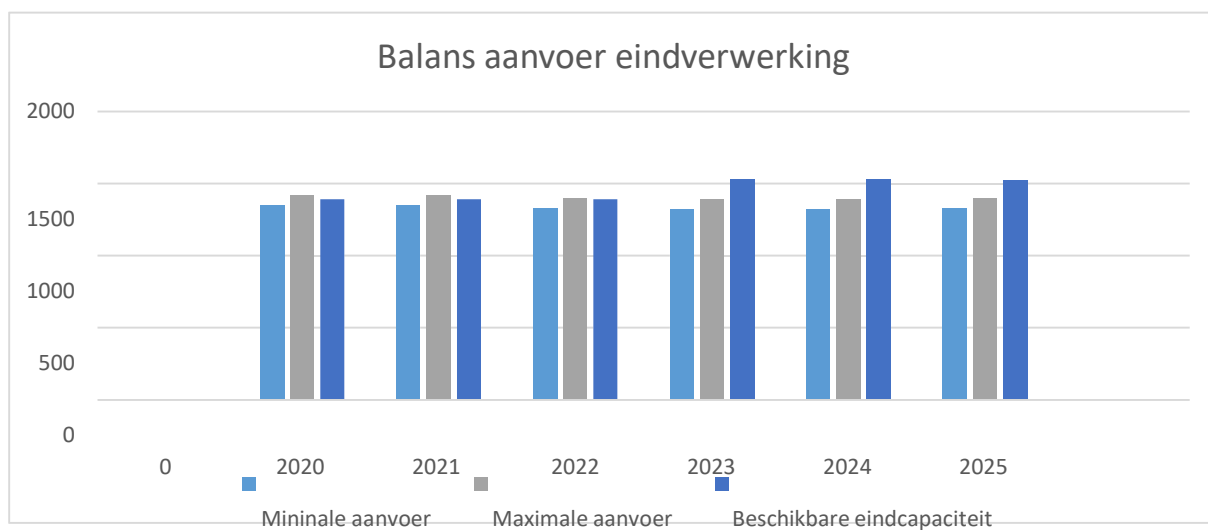
Slibaanbod tegenover verwerkingscapaciteit Nederland

Op een regelmatige basis laat de VvZB een inventarisatie van de slibeindverwerking in Nederland uitvoeren, de meest recente versie is uit 2018. In Nederland wordt circa 1,4 miljoen ton ontwaterd slib geproduceerd. De aanvoer van dit slib kent onder andere door wisselingen in de weer- en seizoensinvloeden fluctuaties door het jaar heen. Uit aangeleverde data van alle waterschappen voor de jaren 2015-2017 is af te leiden dat tenminste met een fluctuatie van +/- 10% rekening dient te worden gehouden.



In de periode tot en met 2023 is het de verwachting dat de bezettingsgraad van de Nederlandse installatie tussen de 93-99% bedraagt. Waarbij rekening dient te worden gehouden met een fluctuatie in de aanvoer van +10%. De beschikbare capaciteit om deze fluctuaties op te vangen is in Nederland op sommige momenten ontoereikend.

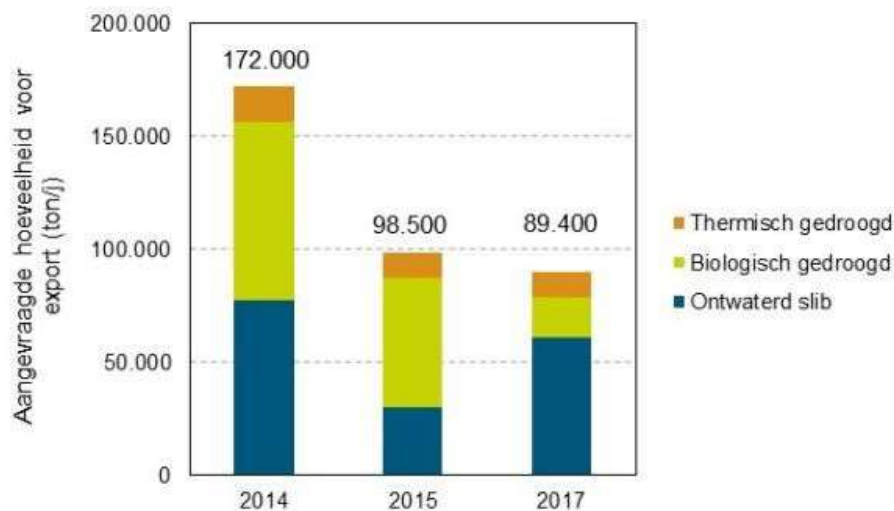
De verwachting is echter dat binnen nu en 2023 de slibhoeveelheid met 12% is afgenomen door ingebruikname van zogenaamde Energiefabrieken waar het ontwaterde slib wordt vergist.



Omstreeks diezelfde periode (eind 2022) worden er twee nieuwe (droog)installaties gerealiseerd waardoor de verwerkingscapaciteit in Nederland wordt verhoogd. Het is de verwachting van de VvZB dat eind 2022 er voldoende capaciteit is om de totale slibhoeveelheid inclusief fluctuaties in Nederland te verwerken. Voorwaarde is wel dat de prognoses rondom het slibaanbod en de verwachte afname daarin worden behaald.

Verwerkingscapaciteit Buitenland

Voor 2017 was de afvoer naar Duitsland de oplossing voor de fluctuaties in slib die niet in Nederland verwerkt konden worden. Door een tweetal ontwikkelingen is dit niet of nauwelijks nog mogelijk: Duitsland dient te voldoen aan nitraatrichtlijn en Energiewende die zorgt voor de sluiting van steeds meer bruinkoolcentrales. Het gevolg van deze ontwikkeling is dat er nauwelijks ruimte is voor Nederlands slib en de afzetmogelijkheden naar Duitsland afnemen.



De fabriek van GMB in Tiel is volledig toegespitst op de productie van de meststof Tradiphos. In 2019 werd dit voor het eerst uitgereden over Franse akkers als bodemverrijker.

Invloed sluiten kolencentrales, opkomst biomassa-centrales

GMB laat een deel van het gecomposteerde slib verwerken in Duitsland door het mee te verbranden in bruinkoolcentrales. Sinds 2016 is dit door het sluiten van kolencentrales in Duitsland bemoeilijkt: een halvering van de afzet in 2017 en verder. In 2019 werd wel circa 4.200 Tradiphos uitgereden over de Franse akkers. (Jaarverslag GMB BioEnergie 2019)

Afzet biogranulaat per eindbestemming 2015 - 2019



Invloed Duitse wetgeving

In de loop van 2017 is de afzet van ontwaterd slib naar de landbouw als meststof of grondverbeteraar niet of nauwelijks meer toegestaan in Duitsland. Dit als gevolg van het feit dat Duitsland nog niet voldoet aan de nitraatrichtlijn, waardoor de toediening van nutriënten aan de bodem sterk wordt beperkt. Dit had tot gevolg dat voor circa 30% van het Duitse slib -ongeveer 2,4 miljoen ton- per direct een nieuwe bestemming diende te worden gevonden.

In 2017 is in Duitsland daarnaast ook nieuwe wetgeving vastgesteld met betrekking tot de kwaliteit van het slib voor gebruik in de landbouw én de verplichting tot terugwinning van fosfor uit het afvalwater. Om het laatste mogelijkheid te maken is de voorkeur van de Duitse waterschappen om gebruik te maken van mono-verbranders en het fosfor via de asroute te recyclen. Op dit moment is er nog een tekort aan verwerkingscapaciteit wat zorgt voor hoge prijzen en een ban op buitenlands slib. Pas na 2030 is de verwachting dat de situatie in Duitsland genormaliseerd is.

II. Slibkwaliteit

Samenstelling

Zuiveringsslib is het eindproduct van het zuiveren van rioolwater of industrieel afvalwater en daarmee verontreinigd met stoffen die in rioolwater zijn te vinden.

Aan de ene kant is het de wens zo veel mogelijk nuttige stoffen uit slib terug te winnen, maar aan de andere kant is slib vervuild, met alle problemen van dien.

In essentie bestaat zuiveringsslib uit 3 componenten :

- 1) Water
- 2) Organische stof
- 3) Anorganische stof

Alle drie deze componenten kunnen verontreinigd zijn met een scala aan verontreinigingen.

- Zware metalen
- Andere metalen zoals ijzer, aluminium
- Zouten, zoals natrium, kalium.
- Stoffen als Zwavel, chloride, fluoride, stikstof, silicium
- Organische verontreinigingen, zoals PAK's, PCB's, Dioxinen en Furanen, bestrijdingsmiddelen, medicijnresten
- Stoffen die vallen in de categorie Zeer Zorgwekkende stoffen (ZZS), zoals kwik, cadmium, arseen, dioxinen, maar ook nieuwere zoals stoffen uit de PFAS groep (PFOA, PFOS etc) en GenX
- Bacteriën en virussen.

Maar slib bevat ook waardevolle stoffen:

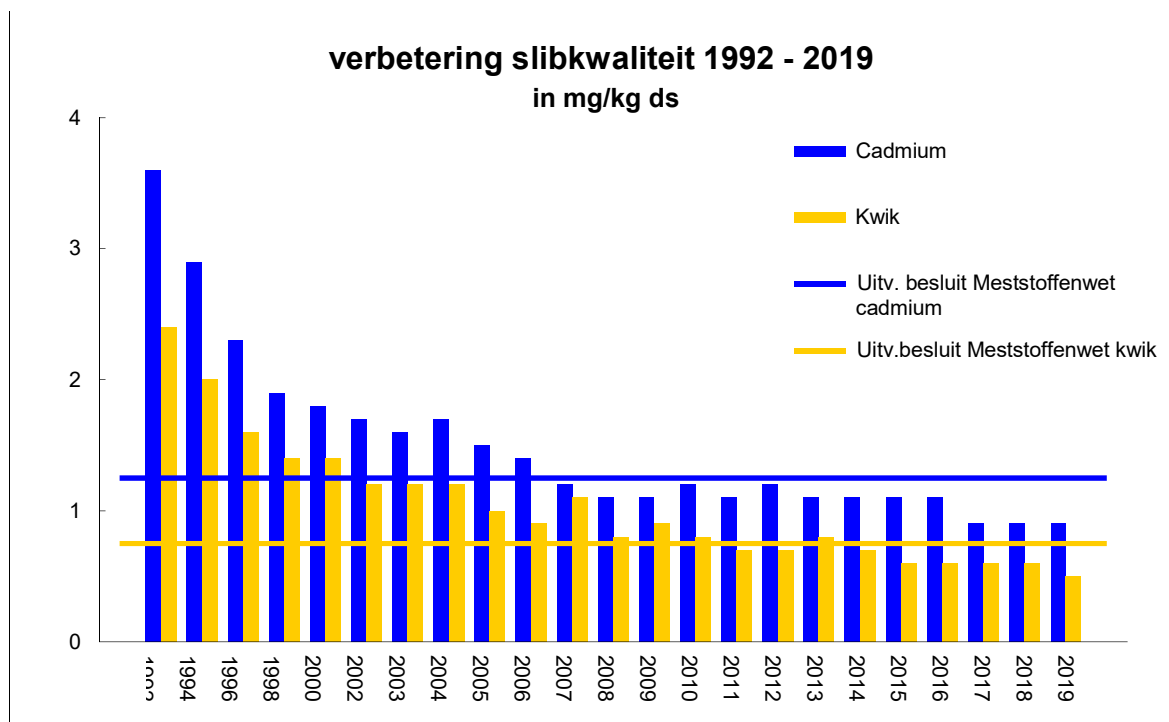
- Koolstof (CZV) = energie (brandstof)
- Metalen (ijzer, koper, zink, aluminium; wel als metaalverbinding; niet zoals bij huisvuil in vaste vorm.
- Fosfaat
- en bij specifieke zuiveringsprocessen, zoals het Nereda proces, Kaumera.

De uitdaging is de balans te vinden tussen het winnen van waardevolle stoffen en het vernietigen van gevaarlijke verontreinigingen; dan wel die uit het milieu te halen.

De kennis van zuiveringsslib zit voornamelijk bij de slib-eindverwerkers. Omdat eindverwerkers wettelijk gezien hun proces moeten bewaken, door ook de input te controleren.

Toch zijn de waterschappen net als elk ander bedrijf, wettelijk verantwoordelijk voor de kwaliteit van het af te voeren afval (in dit geval slib). En hebben ook de wettelijke taak onderzoek te doen naar Zeer Zorgwekkende stoffen. Iets wat in de praktijk weinig gebeurt.

Ook blijkt bijvoorbeeld, dat zuiveringsslib een heel goede stroom is om (illegale) lozingen op de riolering terug te vinden. Een lozing van 1-2 weken terug zie je nog terug in een analyse van het slib. Bekend zijn illegale lozingen op de riolering van chroom, wat zichtbaar is in een chroompiek in het slib.



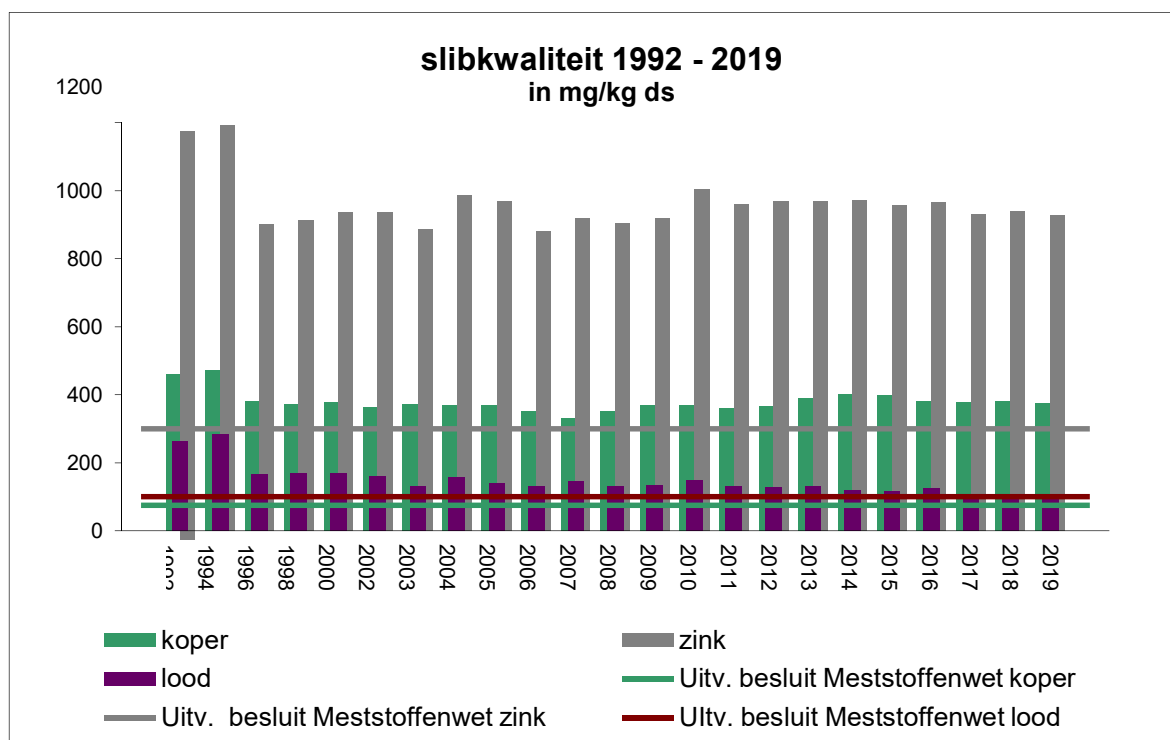
Figuur 1 : slibkwaliteit kwik en cadmium

In Figuur 1 is de verbetering van de slibkwaliteit geschetst voor twee stoffen (kwik en Cadmium), die vallen binnen de categorie Zeer Zorgwekkende Stoffen. Qua wetgeving is in de figuur weergegeven welke grenswaarde er momenteel in Nederland wordt toegepast voor gebruik als meststof in de landbouw. Let wel, de slibkwaliteit is het gemiddelde dat in de SVI wordt aangevoerd. Zie paragraaf wetgeving voor nadere uitleg over de meststoffenwet.

Het gehalte kwik en cadmium in zuiveringsslib is in de loop der jaren gedaald. Voor kwik met name door nieuwe wetgeving in het jaar 2000, waarbij de toepassing van kwik in producten grotendeels is verboden. En bv tandartsen filters moesten plaatsen om kwik tegen te houden.

Kwik en Cadmium zijn Zeer Zorgwekkende Stoffen. Dat zijn stoffen waarvan een fabrikant moet onderzoeken om het gebruik te stoppen/verminderen voor zover mogelijk. En de Best Beschikbare Technieken moeten worden toegepast om lozing/emissie tegen te gaan. Dus los van de Meststoffenwetgeving gelden nog andere (Europese) regels.

In de SVI Dordrecht komt jaarlijks met het slib ca. 50 kg kwik binnen. De vraag is dus of je een dergelijk grote hoeveelheid kwik in het milieu zou willen verspreiden via een meststof, ook al is dat wellicht toegestaan.



Figuur 2 : slibkwaliteit, koper lood en zink

In Figuur 2 wordt het beeld weergegeven voor koper, lood en zink van het gemiddelde slib in de SVI Dordrecht. Dat zet ons met beide benen weer op de grond. Voor deze 3 zware metalen wordt de norm voor afzet naar de landbouw ruimschoots overschreden. En is ook geen grote verbetering zichtbaar in de loop der jaren. Alleen voor lood is het effect van de invoering van loodvrije benzine in 1995 zichtbaar.

Brandstof

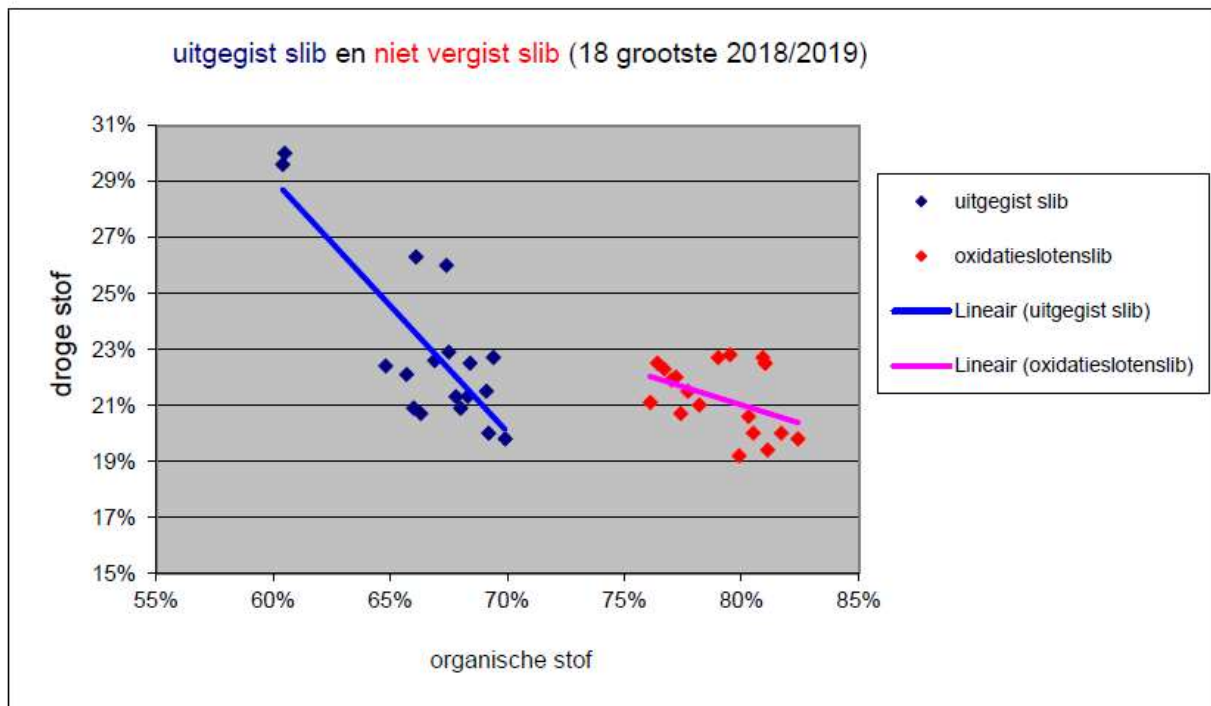
Zuiveringsslib bevat organische stof (koolstof) en heeft daarmee een stookwaarde (brandstof). Zuiveringsslib bevat ook water, dat bij een verbrandingsproces verdampt moet worden en verdampingswarmte vraagt. De verhouding tussen het brandstofdeel en het watergehalte maakt of slib wel of niet een netto energiebron kan zijn.

Mechanisch ontwateren vergt veel minder energie, dan verdampen van water (drogen). Zo goed mogelijk mechanisch ontwateren is daarom te allen tijde de juiste stap. Waarbij wel de kosten van het toevoegen van PE in de gaten gehouden moet worden.

Vergisten van zuiveringsslib is ook te allen tijde een goed stap, zo lang dat binnen redelijke kosten haalbaar is.

Uitgestist slib bevat minder brandstof. Immers een groot deel is omgezet in energierijk biogas (CH_4). Daarom is het wel noodzakelijk om het na vergisten verder te ontwateren, dan slib uit een oxidatiesloot, om een gelijke verhouding water/brandstof te houden.

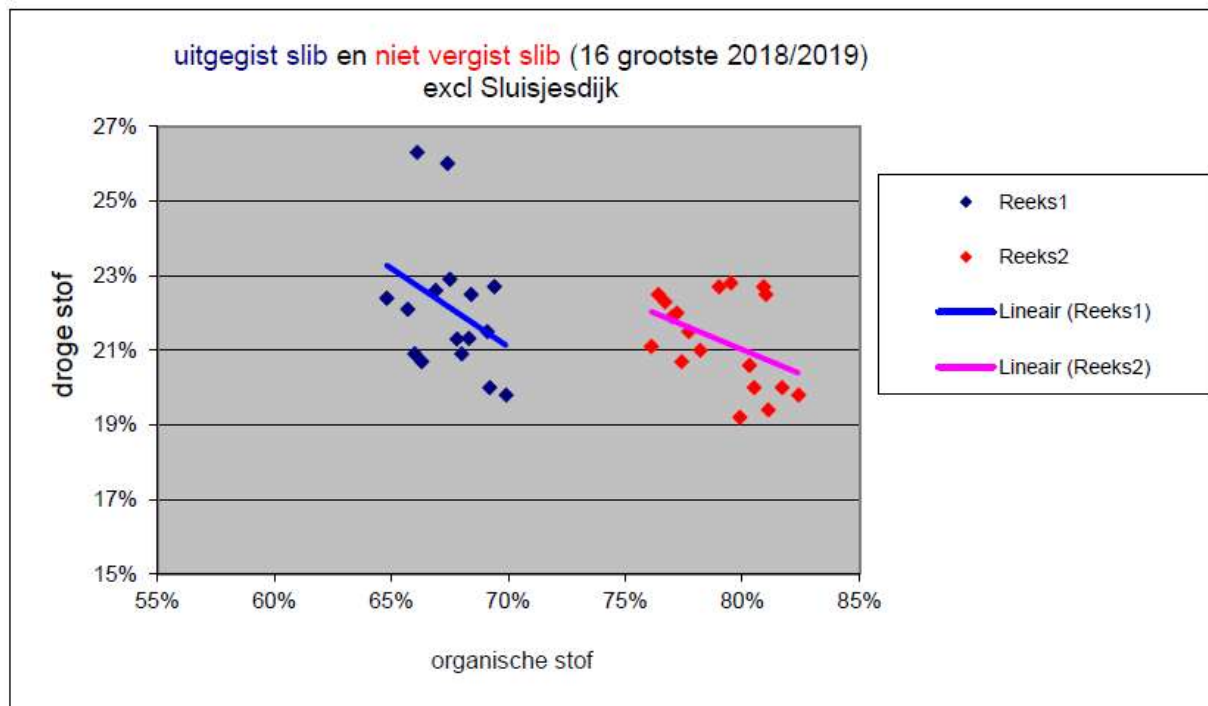
In de praktijk lukt dat nauwelijks. Hoewel in elke studie adviesbureaus uitgaan van een hoger % ds als slib via een gisting gaat, blijkt dat niet uit praktijkcijfers van HVC.



Figuur 3 : slibcijfers 2018 en 2019

In Figuur 3 is het droge stof gehalte van de grootste rwzi's uitgezet tegen het gehalte aan organische stof. Uitgegist slib lijkt beter ontwaterbaar, echter dat wordt veroorzaakt door 2 rwzi's die de ijklijn omhoog trekken (Dokhaven en Nieuwe Waterweg). De zuivering Dokhaven is een heel specifiek zuiveringssysteem (AB-verfahren) en heeft daardoor veel beter ontwaterbaar slib.

Als Dokhaven (Sluisjesdijk) buiten beschouwing wordt gelaten is het beeld heel anders. Dan is de conclusie, dat slib na vergisten niet beter kan worden ontwaterd, dan uit een oxidatiesloot. Met in het gebeid één uitzondering (Nieuwe Waterweg). Delfland wil daar de gisting sluiten en het gaan verwerken op De Groote Lucht.



Uit Figuur 4 blijkt duidelijk dat er geen beter ontwatering wordt bereikt bij een lager % organische stof (na vergisting) dan uit oxidatiesloten.

Binnen beide groepen van rwzi's is er wel een licht tendens dat minder organische stof een iets beter ontwateringsresultaat geeft.

- ⇒ Een lager organisch stofgehalte (of mogelijk een hoger anorganisch deel) geeft binnen de groep van het type rwzi een kleine verbetering in ontwatering.
- ⇒ Maar er is geen significant verschil tussen de groepen uitgegist slib en niet uitgegist slib.
- ⇒ In een businesscase voor het bouwen van een gisting rekening houden met een betere ontwatering en daarmee (nog) lagere kosten voor de afzet wordt dus niet onderbouwd met meetcijfers van HVC.
- ⇒ In een energiebalans is de verhouding organische stof (brandstof) in het slib per ton water in het slib maatgevend. Praktijkcijfers van de laatste jaren laten zien, dat uitgegist slib dan in het nadeel is t.o.v oxidatieslotenslib. Excl. Sluisjesdijk bevat uitgegist slib gemiddeld 3,7 MJ/kg H₂O en oxidatie sloten slib 4,1 MJ/Kg H₂O. Dus oxidatiesloten slib bevat gemiddeld ca. 10% meer energie/ton water dan uitgegist slib.

In 2008/2009 zijn dezelfde grafieken gemaakt en werd dezelfde conclusie getrokken. Tien jaar later is die niet anders. Alleen valt op, dat het gehalte organische stof in het slib hoger ligt. Blijkbaar worden de rwzi's hoger belast.

Vergisten van zuiveringsslib

In 2012 is een studie uitgevoerd naar vergisten van zuiveringsslib in Zuid-Holland en Noord-Holland.

De conclusie in die studie was, dat er schaalgrootte nodig is om een nieuwe gistingsinstallatie betaalbaar te maken. En dan nog lagen de kosten van vergisten per ton minder slib af te voeren naar

de SVI op een vergelijkbaar niveau als in de SVI. Waarbij onderbezetting van de SVI toen ook een thema was. Verder was de conclusie, dat bij het opvullen van bestaande slibgistingen met slib van andere rwzi's de maatschappelijke kosten en besparingen rond het break even point lagen.

Anno 2019 is de situatie in zoverre anders, dat er meer subsidie mogelijk is (SDE+) bij opvullen van bestaande slibgistingen of bouwen van nieuwe. Dit maakt de businesscase anders dan in 2012.

Binnen Zuid-Holland wordt in 2019 ca. 50% van het slib vergist. Maar dat gaat wijzigen.

Delfland en Schieland vergisten al hun slib. Rivierenland bouwt voor het deel binnen Z-Holland een nieuwe slibgisting op de rwzi Sleewijk en zal vanaf 2021 al haar slib binnen dit deel ook vergisten.

Rijnland kent nu nog een combinatie van uitgestort slib en slib uit oxidatiesloten. Rijnland heeft vergevorderde plannen om vanaf 2024/2025 het nog niet vergiste slib, centraal op de rwzi Haarlem Waarderpolder te gaan vergisten. Alleen van WSHD zijn nog geen plannen bekend.

Enkele jaren geleden was er heel veel aandacht voor een vorm van voorbehandeling van het slib vóór de gisting. Thermische druk hydrolyse stond volop in de belangstelling.

Schieland heeft gekozen om een full scale test te gaan doen met het Themista proces. Een milde vorm van voorbehandeling. Medio 2020 moet dit gaan starten.

Rijnland heeft in haar business case voor de centrale slibgisting op de rwzi Haarlem Waarderpolder onderzocht of thermische drukhydrolyse zinvol is. Maar heeft die optie niet gekozen.

- ⇒ Binnen Z-Holland zijn al vergevorderde plannen om slib centraal te vergisten.
- ⇒ In het kader van deze studie is het dus niet meer noodzakelijk apart onderzoek te doen naar slibvergisting als eerste stap in de slibverwerking. Bij de meeste waterschappen is die situatie er nu of over enkele jaren al.
- ⇒ Ook is het weinig zinvol om in deze studie onderzoek te doen naar voorbehandeling van het slib vóór een gisting. De resultaten van het Themista proces kunnen beter worden afgewacht. De cijfers van Kralingseveer kunnen medio volgend jaar worden geëvalueerd.
- ⇒ Thermische drukhydrolyse kost (veel) energie. Rijnland kiest die optie niet. Daarom wordt dat nu binnen deze slibstrategie studie buiten beschouwing gelaten.

III. Technologische ontwikkelingen op rwzi's en het effect op slib

Technologie-categorieën met invloed op slib:

- Technologieën / maatregelen die leiden tot een betere effluentkwaliteit (verwijdering van medicijnresten, gewasbeschermingsmiddelen, ZZS)
- Slibreducerende technologieën, binnen de grenzen van de zuivering
- Grondstoffenterugwinning (P terugwinning; voorbezinken / fijnzeven + VFA productie / cellulose-terugwinning / PHA productie)
- Overgaan op korrelslibtechnologie

Betere effluentkwaliteit

Verwijdering van microverontreinigingen in de vorm van medicijnresten en hormonen kan op meerdere manieren plaatsvinden. Middels poederkool, gedoseerd in de aerobe tank, kan een deel van de microverontreinigingen worden geadsorbeerd en op met het poederkool uit het afvalwater worden verwijderd [zie bijlage...]. Het poederkool eindigt via nabezinktank en slibbehandelingssysteem in de slibafvoer; dit leidt tot een verhoging van de hoeveelheid materiaal dat dient te worden afgevoerd en behandeld. In het algemeen wordt een waarde van 10-15% extra 'slib' per zuivering aangenomen. De aanwezigheid van PACAS in het slib heeft een verhoogde verbrandingswaarde tot gevolg; dit is sterk afhankelijk van de hoeveelheid PACAS op het totale slibvolume. Tot nu toe lijkt binnen de GR alleen Rijnland voornemens te zijn PACAS als technologie te incorporeren.

Andere verwijderingstechnologieën, zoals ozon + zandfiltratie en granulair actief kool, hebben geen verwachte effecten op de hoeveelheid slib. En omdat dit nageschakelde technieken zijn, zullen zij ook geen effect hebben op de samenstelling van het slib.

Slibreducerende technologieën

Binnen de GR slib zijn er nog een aantal zuiveringen die het spuislib niet vergisten, noch op de eigen locatie noch op een andere locatie. Een eerste slib reducerende technologie beslaat dus het vergisten van al het primaire en secundaire slib. De hoeveelheid slib afgevoerd per zuivering kan gereduceerd worden met 25-35% wanneer het slib vergist wordt op locatie voordat het wordt afgevoerd.

De slibhoeveelheid kan ook thermisch of onder druk gereduceerd worden. Door het slib voor vergisting verder op te breken en/of op te lossen (middels hoge druk of hoge temperatuur) wordt het beter beschikbaar voor vergisting of andere anaerobe behandeling. Dit zal een hogere gasproductie en daardoor een lagere hoeveelheid slib tot gevolg hebben. Het additionele biogas wordt echter wel (grotendeels) weer gebruikt in het slibreductie proces. Technologieën die hieronder vallen zijn onder andere TORWASH, thermische drukhydrolyse en THEMISTA [zie bijlage...]. Het totale reductiepercentage is afhankelijk van het type slib maar is in de orde van grootte van 35-50%.

Gezien de huidige hoge kosten worden deze technieken nog niet op grote schaal toegepast; er zijn echter ook zeker voordelen aan verbonden. We moeten deze ontwikkelingen een kans blijven bieden, wat ook betekent: een relevante hoeveelheid slib ter beschikking stellen voor innovaties en het verder opschalen van deze technieken.

Grondstoffenterugwinning

Grondstoffenterugwinning is een belangrijk onderwerp voor waterschappen. We hebben ons gecommitteerd aan een sterke beperking van de inzet van hulpgrondstoffen; het sluiten van water- en stofkringlopen hoort daar ook bij (Nederland Circulair in 2050).

Eén van de grondstoffen die een belangrijke rol speelt in kringlopen is P, fosfaat. Binnen de GR wordt vol ingezet op terugwinning van P uit de verbrandingsas. Metaalzouten (ijzer/aluminium) vormen hierbij een restproduct dat mogelijk op nieuw te gebruiken is in het fosfaatverwijderingsproces op de zuiveringen. Er zijn echter ook andere ontwikkelingen die we moeten blijven volgen en waar nodig ruimte bieden. Hiervan zijn struviet en vivianiet goede voorbeelden. Struvietproductie (MgNH_4PO_4) dient plaats te vinden in de retourstroom van het concentraat of in het uitgestort slib. Het terugwinnen van struviet als bruikbaar product heeft echter nogal wat uitdagingen. Vivianiet is op dit moment onderwerp in vele onderzoeken en wordt op pilotschaal uitgetest. In het vivianietconcept is er de optie om te kiezen voor aanvullende terugwinning van ijzer en dit op nieuw te gebruiken in het fosfaatverwijderingsproces op de zuivering.

Voordelen van terugwinning op de zuivering naast het terugwinnen van P uit het as zijn het stimuleren van andere (Nederlandse) innovaties, en het inzetten op meer dan 1 technologie. Het nadeel van P onttrekken aan het P-terugwinningsproces uit de as is dat de efficiëntie en financiële haalbaarheid van dat proces gereduceerd worden.

Andere grondstoffen hebben betrekking op de organische componenten in het afvalwater. Terugwinningsproducten die perspectief bieden zijn cellulose, vetzuren en bioplastics. De afzet van deze producten is nog een uitdaging; ook hier willen we echter ruimte voor innovaties aanbevelen. Waar besloten wordt tot celluloseterugwinning, zal een slibreductie van ca. 20%-30% optreden.

Kaamera is een grondstof die teruggewonnen kan worden uit korrelslib, zie volgende paragraaf.

Overgaan op korrelslib

Binnen de GR wordt een korrelslibreactor op een aantal plaatsen overwogen. Daarnaast wordt er intensief onderzoek gedaan naar de mogelijkheid tot continu korrelslib (HARKOS). Als dit van de grond komt, kan dit een verschuiving in het type slib richting verbranding tot gevolg hebben. Ook voor Kaamera is de afzet nog niet gegarandeerd; het terugwinnen van Kaamera zal een slibreductie van 20-35% (www.kaamera.com) tot gevolg hebben.

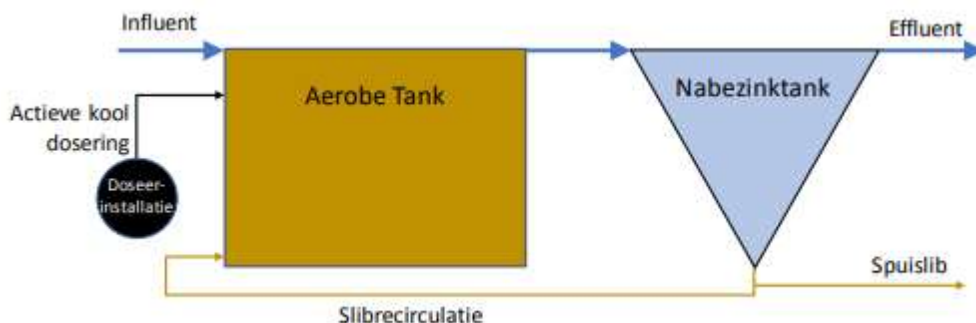
IV. Poeder Actief Kool dosering - PACAS

Techniek

PACAS staat voor Powdered Activated Carbon in Activated Sludge en daarmee voor het doseren van poederkool in de beluchtingstank van een zuivering.

Actief kool wordt in poedervorm aan het afvalwater gedoseerd zodat microverontreinigingen, die veelal in mindere mate biologisch worden afgebroken, worden geabsorbeerd. De poederkool wordt opgenomen in de slibvlokken, bezinkt in de nabezinktanks, wordt deels gerecirculeerd met het retourslib en ten slotte op de gebruikelijke manier samen met het overige spuislib verder verwerkt en afgevoerd.

Figuur 1: Processchema PACAS-proces ingepast op een eenvoudige awzi (bron: STOWA 2020-19)



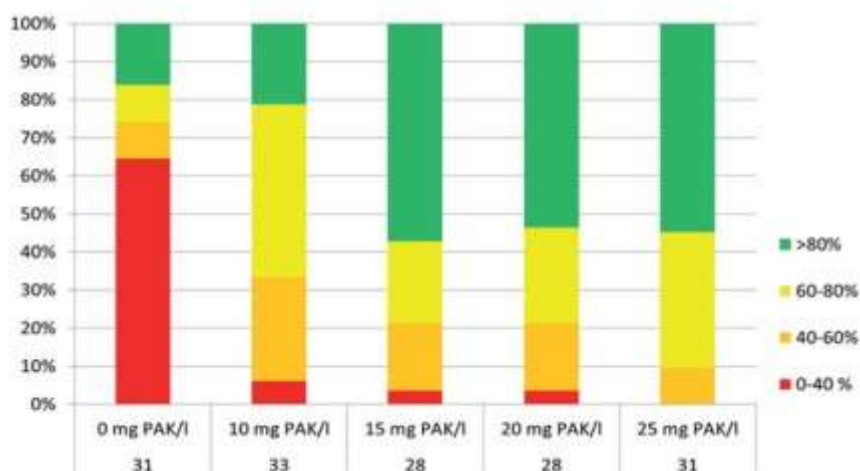
Door het integreren van de zuiveringsstap in het bestaande zuiveringsproces zijn de investeringskosten bij PACAS relatief laag en wordt het vaak gezien als “no regret-maatregel”. In tegenstelling tot nageschakelde technieken zijn er geen extra contactruimtes of iets dergelijks nodig. Een doseerinstallatie en een opslagsilo voor de poederkool voldoet. Daar tegenover staan wel relatief hoge exploitatiekosten omdat er continu nieuwe poederkool wordt gedoseerd.

In het buitenland (Zwitserland en Duitsland) is inmiddels ervaring met deze techniek opgedaan in onderzoeken en op reguliere installaties. Ook heeft men daar veel ervaring met het nageschakeld doseren van poederkool waarbij de poederkool ook met het spuislib verwerkt dient te worden.

In Nederland is de PACAS-technologie in STOWA-verband onderzocht op rwzi Papendrecht (STOWA 2018-02). Bij een aantal waterschappen zijn op dit moment PACAS-installaties in voorbereiding of wordt de realisatie overwogen.

De verwijderingsrendementen die met PACAS kunnen worden behaald worden over het algemeen als lager beschouwd dan met andere technieken zoals bijvoorbeeld ozonisatie of nageschakelde adsorptie. Aan de eis die momenteel geldt voor de subsidie voor het verwijderen van geneesmiddelen (70% verwijdering van 7 van de 11 benoemde gidsstoffen en kandidaatstoffen in ieder afzonderlijk monster), wordt naar verwachting voldaan. Zoals bij de meeste technieken voor het verwijderen van microverontreinigingen worden sommige stoffen beter verwijderd dan anderen.

Figuur 2: Percentage van stoffen dat verwijderd wordt , per rendementsrange (STOWA 2018-02)



Financieel

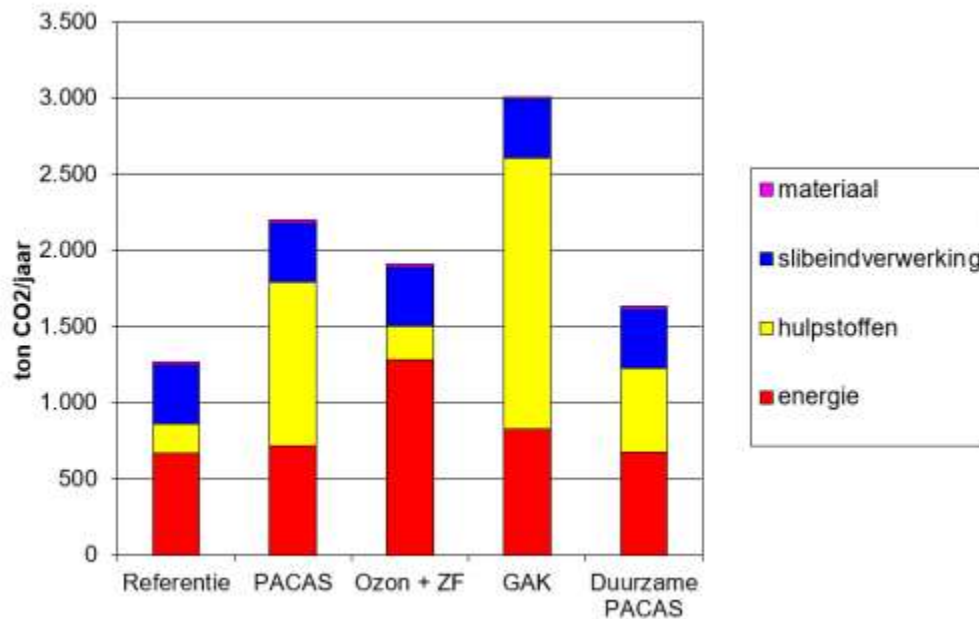
In de STOWA-rapportage “Verkenning technologische mogelijkheden voor verwijdering van geneesmiddelen uit afvalwater” (STOWA 2017-36) zijn o.a. de kosten van verschillende technieken voor de verwijdering van geneesmiddelen (en andere microverontreinigingen) naast elkaar gezet. Voor PACAS zijn hier kosten bepaald van € 0,08 per m3 bij een schaalgrootte van 100.000 i.e.. Ter vergelijking worden bijvoorbeeld voor ozonisatie met nageschakelde zandfiltratie € 0,17 per m3 genoemd en voor nageschakelde filtratie met granulair actief kool € 0,26 per m3. In het onderzoeksrapport van PACAS Papendrecht is er sprake van nog lagere kosten.

Het doseren van poederkool kan leiden tot een verbeterd ontwateringsresultaat van slib en een verminderd PE-verbruik. Bij de kostenberekeningen is de extra hoeveelheid te verwerken slib meegenomen met de bestaande tarieven voor de slibeindverwerking.

Duurzaamheid

Duurzaamheid wordt vaak als nadeel van de PACAS-technologie gezien, aangezien er continu poederkool gedoseerd moet worden waarbij het meestal nog gaat om kool van fossiele oorsprong. Het elektriciteitsverbruik is vergeleken met bijvoorbeeld een aantal oxidatietechnieken laag. Een vergelijking met andere technieken in het STOWA model voor het bepalen van de CO2-footprint van een RWZI met verwijdering van microverontreinigingen (figuur 3) laat zien dat PACAS een hogere CO2-footprint heeft dan ozon met nageschakelde zandfiltratie, maar een lagere footprint dan nageschakelde GAK-filtratie. Mocht het lukken om kool van duurzamere bronnen voor de PACAS-technologie te gebruiken kan de CO2-footprint duidelijk verbeterd worden. Een verkenning van de mogelijkheden is beschreven in het STOWA-rapport “Haalbaarheidsstudie duurzame alternatieven poeder-actiefkool voor PACAS” (STOWA 2020-19). In binnen- en buitenland wordt onderzoek gedaan naar gebruik van bijvoorbeeld hout, kokosnootschillen of snoeiafval, naar pyrolyse van reststoffen uit het zuiveringsproces of naar hergebruik van poederkool uit andere processen.

Figuur 3: CO- footprint voor de totale RWZI conform model “CO2-FOOTPRINT RWZI’S MICRO’S 100.000 I.E.” (bron: STOWA 2020-19)



Consequenties voor de slibeindverwerking

De aanwezigheid van poederkool in de spuislibstroom heeft invloed op zowel de kwantiteit als de kwaliteit van de slibstroom. Naast de extra slibproductie kan er sprake zijn van de verandering van de verbrandingswaarde. Bovendien worden extra microverontreinigingen aan het slib gebonden die mogelijk in het verwerkingsproces vrij zouden kunnen komen. In het PACAS-onderzoek op RWZI Papendrecht (STOWA 2018-02) is een aandeel van ca. 10-15% aan poederkool in het ontwaterde slib afgeleid, afhankelijk van de doseerhoeveelheid.

Binnen het innovatieprogramma microverontreinigingen wordt in STOWA-verband onderzoek gedaan naar effecten van poederkool in slib. Deze kunnen per eindverwerker verschillen. Van grote invloed is uiteraard de schaalgrootte waarop de PACAS-technologie op Nederlandse RWZI's toegepast zal worden.

V. Slibverwerkingstechnieken uit het verleden

In dit hoofdstuk worden een aantal oplossingen uit het verleden beschreven. Zowel full scale oplossingen die weer zijn gestopt, als innovaties, die niet verder zijn gekomen dan het onderzoekstadium

In de slibstrategie studies in de periode 2010-2014 werden een deel van deze technieken beschreven als toen veelbelovend. Dit hoofdstuk vormt daarmee ook een update van die technieken, waarbij helaas voor enkele moet worden geconstateerd, dat wat toen veelbelovend leek in de praktijk in het onderzoekstadium is gesneuveld.

1. Lang geleden

Slibcomposterings in Lelystad.

In 1997 is DRSB nv gestart met het verbranden van het zuiveringsslib van het Waterschap Zuiderzeeland. Bij het eerste bezoek aan de rwzi Lelystad werd de innovatieve slibcomposteringsinstallatie getoond. Alleen heeft die installatie nooit gedraaid. Het ontwerp werkte niet. ZZL heeft de installatie tijdens de in bedrijfstelling door de leverancier niet overgenomen.

Ook andere initiatieven in de vorige eeuw met composteren van slib hadden een kort leven. Alleen GMB heeft een goed werkende vorm van composteren van slib ontwikkeld. Wellicht een low tech oplossing, maar wel een robuuste.

Van den Broek trommeldrogers.

In de jaren '70-'80 een bekende vorm van slib drogen. O.a. op de rwzi Ridderkerk heeft een dergelijke slibdroger gestaan. Die later is verkocht aan de AVI in Rozendaal.

Oorspronkelijk waren dit directe drogers gestookt op aardgas. D.w.z. dat de gasbrander ingebouwd was in de trommel waar het slib in draaide en werd gedroogd. Dus de rookassen van het verbranden van aardgas kwamen direct in contact met het slib. Dat leverde veel geur op en verontreinigde rookgas.

Later is dit type droger omgebouwd tot een indirect systeem, waarbij de gasvlam niet meer in contact komt met het slib, maar de warmteoverdracht via een warmte medium loopt. De drogers van Swiss Combi in Friesland en Groningen zijn van dat laatste type.

Heden ten dage wordt bij drogen van slib eerder een wervelbed droger (Beverwijk) of een lage temperatuur banddroger (plannen in Alkmaar) gekozen.

Op natuurlijke wijze drogen van slib om het stortbaar te maken.

Een techniek ontwikkeld in Brabant en later toegepast op het terrein Hartelmond. In gebruik geweest totdat het storten in de Slufter en de SVI Dordrecht in bedrijf kwamen.

Het Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden en het Hoogheemraadschap van Schieland hebben het verder ontwikkeld voor het slib van de rwzi's Dokhaven en Kralingsveer.

Slib werd uitgereden op een groot terrein. In de zomermaanden reed er een shovel doorheen, met voorop een groot wormwiel. Eerst werd het slib verdeeld in kleine ruggen. En daarna dagelijks in de

zomer omgezet. Na 6-8 weken was het slib zodanig van karakter gewijzigd, dat het stortbaar was geworden. Een % ds van ca. 35%, maar wel zo stevig, dat eenvoudig een berg van 5 m gemaakt kon worden. Het plastische karakter van het slib was dan verdwenen en het leek meer op grond. Alle verontreinigingen zaten nog wel in het slib.

Naast het droog terrein Hartelmond lag een oude put van de voormalige Hartelsluizen. Die put is ontwikkeld tot een mono-stortplaats voor zuiveringsslib.

Deze techniek heeft een aantal jaren succesvol gefunctioneerd. Geuroverlast trad in die jaren nauwelijks op. Mogelijk doordat de rwzi's toen net in bedrijf kwamen en nog laag werden belast. En omdat toen nog veel chemicaliën werden toegepast in het zuiveringsproces. Ijzerchloride heeft ook de eigenschap om H_2S te binden.

Anno 2020 is een dergelijke vorm van slibverwerking niet meer mogelijk. Simpelweg omdat in Nederland er inmiddels een stortverbod is voor zuiveringsslib. Slechts bij calamiteiten kan nog wel eens een kleine hoeveelheid worden afgevoerd naar een stortplaats (SNB). Ook zou nu de geurproblematiek veel groter zijn en het op die wijze drogen van slib niet meer vergund worden.

DRSH nv heeft het droogterrein Hartelmond A nog een aantal jaar benut als noodopslag. En de stortplaats beheert, gesloten en afgedekt.

Uiteindelijk is de stortplaats door Rijkswaterstaat onteigend. Omdat de A15 ter plekke verbreed moest worden en de rijksweg deels over de stortplaats ging lopen. Rijkswaterstaat heeft het gedroogde slib laten afvoeren naar de cement industrie in België.

Storten van zuiveringsslib met baggerspecie in de Slufter bij de Maasvlakte

Voor dat de SVI gereed kwam was een tussenoplossing nodig. Slib van de rwzi Houtrust ging midden jaren '80 nog via een pijp naar de zee. Dat was niet langer acceptabel. Ook de afzet naar de landbouw viel weg.

De Slufter is gebouwd als depot voor baggerspecie klasse 2 en 3 uit de Rotterdamse havens. Klasse 1 bagger is schoon genoeg om in zee gegooid te worden Klasse 4 bagger ging toen naar een depot op land.

De Slufter is ca. 25 diep en de dijken ca. 25 m hoog. Uiteindelijk zal daar ca. 50 m bagger gestort worden. Bij de Slufter werd een klein tussendepot gebouwd voor zuiveringsslib. Ontwaterd slib vanuit Den Haag ging via de haven van Scheveningen per schip naar dat tussendepot. Ontwaterd slib van andere rwzi's ging per as naar een open bunker bij dat tussendepot. Uit die bunker werd het op gemengd met water om weer ca. 10% ds te worden. Ook dat mengsel ging in het tussen depot. Als dan een baggerschip voor de wal kwam om de bagger in de Slufter te pompen, werd dat in de leiding gedetecteerd en werd er slib uit het tussendepot bij gemengd. Via een booster pomp werd het mengsel gestort in de Slufter. In die jaren nog onder het waterniveau.

De toestemming om te mogen storten in de Slufter was door de politiek gelimiteerd totdat de SVI gereed was. In 1998 zijn de slibactiviteiten bij de Slufter gestopt en moesten de voorzieningen ontmanteld worden en afgebroken.

Het storten in de Slufter was een succesvolle techniek. De waterschappen moesten wel een vergelijkbare prijs per ton betalen als verbranden zou gaan kosten, om te voorkomen dat de SVI niet gebouwd zou gaan worden.

Helaas bestaan alle faciliteiten niet meer. De Slufter is nog lang niet vol gestort. Baggerspecie is in de loop der jaren minder vuil geworden door sanering van lozingen in het havengebied. De meeste baggerspecie is nu klasse 1 en kan in zee worden gestort.

Toch wordt anno 2020 de Slufter gezien als de beste optie voor een noodverwerking in geval van calamiteiten. Door ontbreken van de voorzieningen kan het slib dan niet meer verwerkt worden zoals vroeger. Maar binnen in de grote ringdijk moet het mogelijk zijn aparte slib depots aan te leggen, die afgedekt worden met ander materiaal (zand ?) om opdrijven van slib te voorkomen.

STVM in Hengelo.

Slib verbranden in Hengelo (Twente) van STVM. In 1993 sloten het Waterschap Regge en Dinkel en het zuiveringsschap West Overijssel een contract met STVM voor de verbranding van hun slib. STVM bouwde een verbrandingsinstallatie met een capaciteit van 120.000 ton slib/jaar (30.000 ton ds/j.

Het slib werd gedroogd in een zgn “Van den Broek” droogtrommel. Die werd verhit met de hete rookgassen uit de verbranding. De verbranding van het vergaand gedroogde slib vond plaats in een roosteroven. Met daarachter een naschakelde natte rookgasreiniging. Ook was een biologische sulfaat verwijdering geplaatst, waarin het waswater werd behandeld. Een investering van hfl 59 miljoen door een particulier bedrijf voor het slib van twee waterschappen in Oost-Nederland.

Echter toen de installatie in bedrijf kwam was de samenstelling van het slib anders dan in het contract stond. Waardoor de installatie de doorzet niet kon halen. En er veel problemen waren met verstoppingen in de stoomketel. DRSH nv heeft in die tijd een deel van het slib voor STVM verbrand.

STVM claimde dat het slib niet voldeed aan het contract en vroeg een hogere verwerkingsprijs om de kosten te dekken. De waterschappen weigerden dat. De SVI in Hengelo was daarop verlies lijdend en STVM ging failliet. De installatie werd gesloten en is nooit meer opgestart. DRSH nv kreeg ook de laatste facturen niet meer betaald.

In het contract was arbitrage vastgelegd in plaats van een gang naar de rechter. De arbitragecommissie gaf STVM gelijk en de beide waterschappen werden veroordeeld tot het betalen van de schade : ruim hfl 50 miljoen.

Een stukje uit de slibgeschiedenis, dat liever wordt vergeten

Vertech installatie (later omgedoopt tot Vartech)

Het Vertech systeem was een vorm van natte oxidatie onder hoge druk. In Apeldoorn is met subsidie de eerste installatie gebouwd. De techniek kwam uit de USA.

Het grote voordeel van het Vertech systeem was, dat er werd gewerkt met ingedikt slib en de slibontwatering (of het drogen van het slib) achterwege kon blijven. De hoge druk werd bereikt door een U-vormige buis, 1600 m diep in de bodem.

De uitvoering was drie buizen in elkaar. De buitenste buis was voor de energie winning. Koelwater werd diep onder de grond opgewarmd door de energie uit het oxidatieproces. In de twee binnenste buizen zat het slib. In de ene ging het 1,6 km naar beneden en in de andere weer naar boven. Zuurstof werd meegestuurd naar beneden voor het oxidatieproces.

Bij het natte oxidatie proces wordt de CZV omgezet in CO₂, maar de stikstof kwam in de waterfase. Een grote extra waterzuiveringstrap om de stikstof uit het water te halen was nodig. De “as” was ook

niet zo goed uitgebrand als in een SVI en werd met grote kamerfilterpersen ontwaterd om gestort te worden.

Het probleem waren de verstoppingen. In de buizen met het slib trad scaling op en 1-2 wekelijks moesten de buizen gereinigd worden met zoutzuur.

Ook de warmtewisselaar (buitenste buis) leverde te weinig energie op om terug te kunnen winnen.

Vertech is daarop gestopt met het proces. Vertech had het proces goed verzekerd en kreeg de investering terug van de verzekeringsmaatschappij.

De VAR nam de installatie voor heel weinig geld over en probeerde het proces (bevrijd van de hoge investering) toch rendabel te maken. Totdat de buitenste buis ging lekken en de hele installatie buiten gebruik werd gesteld.

In de ontwikkelingsfase van de SVI Dordrecht was het Vertech systeem een alternatief in ontwikkeling. De waterschappen in Zuid-Holland waren toen niet overtuigd en kozen voor de bewezen techniek van verbranden.

Superkritisch oxideren

In 2013 heeft STOWA onderzocht of superkritische oxidatie van zuiveringsslib een alternatief kan zijn voor superkritisch vergassen.

Superkritisch oxideren is het verbranden van slib onder super kritische omstandigheden. Oftewel dezelfde omstandigheden creëren als bij super kritisch vergassen, maar dan met meer zuurstof aanwezig, waardoor volledige verbranding plaats kan vinden.

Grootste probleem bij superkritisch oxideren is corrosie. De eerder beschreven Vertech installatie is een vorm van superkritisch oxideren. Afhankelijk van of onder in de buis van Vertech daadwerkelijk superkritische omstandigheden gehaald werden.

Op basis van dit rapport is er bij de STOWA voor gekozen om verdiepend onderzoek naar superkritisch vergassen uit te voeren. Bij beide technieken zijn vergelijkbare problemen te verwachten.

Vanwege de betrokkenheid van HVC bij het onderzoek naar superkritisch vergassen en de beschreven problemen met superkritisch oxideren wordt dit niet als geschikt alternatief beschouwd.

Slib drogen met hete kogels (Delta Dryer)

Ontwikkeld aan de TU Delft in 2006. Een methode om de energie nodig voor het verdampen van het water uit het slib over te dragen via hete kogels. De TU had dat ontwikkeld voor het drogen van baggerspecie. En het werd als alternatieve techniek gezien voor ook het drogen van slib.

Hete kogels werden dan gemengd met het slib. Het water verdampt. De kogels worden weer afgescheiden en verhit met oververhitte stoom. Door de stalen kogels zou het slib ook goed gemengd worden en de warmteoverdracht goed zijn.

Het voordeel t.o.v. van toen al bestaande technieken als schijvendrogers (DRSH en SNB), wervelbeddroging (HHNK) of indirecte trommeldrogers (Swiss Combi) werd nooit duidelijk. De stalen kogels raken vervuild met slib etc.

Verder dan een idee en testen bij de TU is het nooit gekomen.

Wormenreactor

Zie STOWA rapport 2010-09 “Slibafbraak door Oligochaeten”.

Dit STOWA rapport beschrijft het 2 jarig onderzoek op de rwzi Wolvega van het Wetterskip Fryslân. Als vervolg op eerder STOWA onderzoek in 2002.

Het onderzoek in 2010 werd mede gefinancierd door Het Wetterskip Fryslân, Het hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Het waterschap Rivierenland, Waternet, Het hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en het Waterschap Zeeuwse Eilanden.

Aquatische Oligochaeten komen voor in een rwzi en kunnen slib “begrazen”. Bij deze testen is een wormenreactor gebouwd, waar de wormen op een dragermateriaal zitten, gevolgd door een vergisting bij omgevingstemperatuur.

De conclusie in het STOWA rapport:

Op basis van de praktijkschaal proef in Wolvega kan worden concludeerd dat het wormenproces de hoeveelheid spuislib met 65% reduceert. Proeven met pilotreactoren op verschillende zuiveringen wijzen uit dat het proces toegepast kan worden op de typische laagbelaste zuiveringen zoals die in Nederland voorkomen. Het proces kan als een extra stap worden gekoppeld aan het bestaande zuiveringsproces, in de sliblijn aan het einde van het proces of als tussenstap bij het retourslib. De terugverdientijd is kort zodat een investering goed lonend is te maken. Bovendien belooft het een aantal milieuvoordelen zoals minder transport, minder afval en een positieve energiebalans.

De toevoeging van een tweede anaerobe stap heeft geresulteerd in een stabiel en robuust proces, waarbij de fluctuaties in de afbraak in de wormenreactor gecompenseerd worden. Hiermee is het belangrijkste nadeel dat tot nu toe aan de predatie van slib door wormen kleefde, namelijk de onbeheersbaarheid van het proces, ondervangen.

Het proces staat nog aan de beginfase van zijn ontwikkeling. Ongetwijfeld zullen verder onderzoek en praktijkervaringen nog leiden tot verdere verbeteringen van het proces, maar in het huidige stadium van ontwikkeling kan dit proces al direct een bijdrage leveren.

In het bijzonder is onderzoek naar de rol van de wormen in het ontsluiten van het slib en naar de processen die zich afspelen in de anaerobe stap gewenst. Een afbraak van meer dan 50% van de drogestof bij lage temperaturen is tot nu toe nooit beschreven en komt dan ook tegen-intuïtief over, evenals de nauwelijks wijzigende verhouding organische/anorganische fractie van het slib bij deze hoge afbraakpercentages. Een beter begrip van deze processen kan wellicht de weg openen naar een nieuw perspectief op slibverwerking.

De anorganische fractie nam slechts beperkt toe maar minder dan zou worden verwacht. Dit komt waarschijnlijk doordat een deel van de anorganische fractie is omgezet en via de waterfase is afgevoerd; dit is nog een belangrijk onderzoekspunt.

2. Technieken beschreven in eerdere studies als toen veelbelovend.

PAD droger (Pulverised Air Dryer).

Een systeem van slib drogen via cyclonen. Ontwikkeld in de USA, USA patent nr. US 6.588.686 B2.

De uitvinder was failliet gegaan en schuldeisers hadden het verder opgepakt. In Texas stond een testinstallatie. In Nederland, was het idee opgepikt door Waste4Value. Het idee was dat het water niet uit het slib werd verdampt, maar door de "pulverised air" in cyclonen het water uit het slib werd geslingerd. Het zou dus met name een mechanische verwijdering van water zijn i.p.v. verdamping. Zodat niet de verdampingsenergie nodig was, maar een veel kleinere energie input.

De toenmalige innovatie technoloog van DRSH nv (Ruud Peters) heeft daar onderzoek naar gedaan. In de slibstudie in 2010 van HVC, HHNK, Waternet en AEB is het systeem beschreven.

Ook binnen DRSH waren de meningen verdeeld. In Texas was het tijdens testen heel warm met een heel lage luchtvochtigheid. Als je dan voldoende lucht door het systeem blaast is er wel degelijk sprake van verdamping. Tenslotte droogt de natte was ook aan de waslijn buiten heel snel, als het maar voldoende waait. Maar ook dat is gewoon verdamping. Bovendien kon er om onduidelijke redenen in Texas niet worden getest met zuiveringsslib. Er zijn daar alleen kortdurende testen gedaan met papierslib, graan en hout

Met subsidie is een testinstallatie naar Nederland gekomen. Die stond in Gelderland. De firma had toen de naam "BioValor" gekregen. De STOWA zou er onderzoek aan gaan doen, maar dat is niet door gegaan. Het werd heel stil rond het proces en BioValor.

Het bedrijf bestaat niet meer en ook vanuit de USA is geen info meer gekomen.

Cannibal

Zie ook H₂O 10 uit 2008.

Het proces kwam uit de USA. Het waterschap Zuiderzeeland heeft daar uitgebreid onderzoek naar gedaan.

Cannibal werd omschreven als "een technologie waarbij biomassa biologisch wordt omgezet cq. Gereduceerd tot biochemisch zuurstofverbruik (BZV). Dat wordt teruggevoerd naar de waterlijn, waar het actiefslib het BZV afbreekt. Daarmee brengt het een slibreductie teweeg."

Siemens Water Technology had het proces naar Europa gehaald. Slib werd batchgewijs in een reactor gebracht en deels wel, deels niet belucht, waarbij daar door Siemens Water Technology erg geheimzinnig over werd gedaan. Omdat daar de know how zou zitten. In pilot testen bij Waterschap Zuiderzeeland op AWZI Zeewolde werd een afbraak ofwel slibreductie waargenomen.

In 2010 werd Cannibal in de slibstudies als een serieuze kandidaat gezien om de slibhoeveelheid te verminderen. En te leiden tot meer capaciteit in de bestaande slibverbrandingsinstallaties. Al was de wereld van afvalwatertechnologen verdeeld. Een deel van de technologen geloofde niet in deze technologie, omdat niemand kon aangeven hoe de werking was.

Zuiderzeeland heeft samen met Siemens Water Technology een aantal oude leegstaande tanks omgebouwd tot een grotere testinstallatie en gezamenlijk in bedrijf gehad. Echter is hier nooit een slibreductie of slibafbraak waargenomen. Siemens Water Technologie heeft nooit kunnen achterhalen waar de oorzaak lag. Waterschap Zuiderzeeland heeft het vermoeden dat de oorzaak te vinden was in de procesconfiguratie. Tijdens het pilotonderzoek zat er een fijnzeef in de

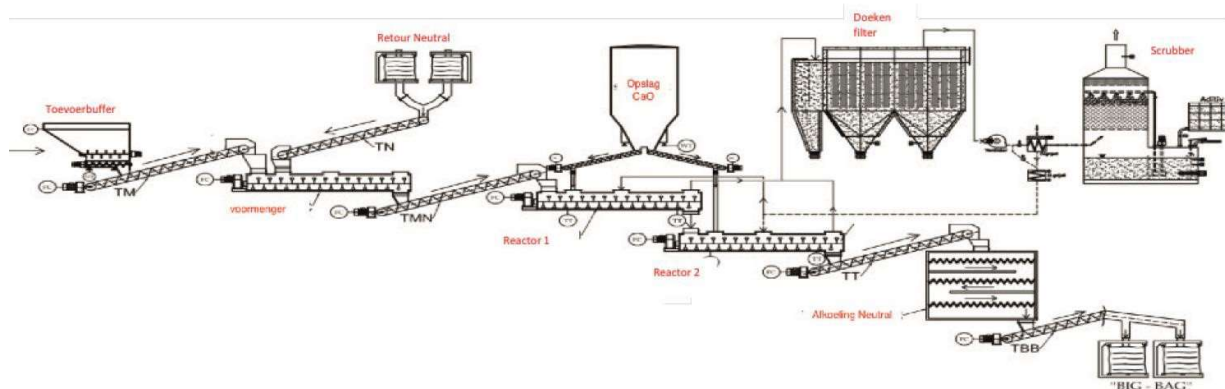
procesconfiguratie en tijdens het onderzoek met de grotere installatie niet, volgens Siemens Water Technology was dit niet nodig. Tegenwoordig weten we dat door het toepassen van een fijnzeef ook een slibreductie te realiseren is.

In goed overleg met Siemens Water Technology heeft Waterschap Zuiderzeeland besloten het onderzoek stop te zetten, mede door veranderingen bij Siemens Water Technology.

VI. Mid-Mix

Proces

In 2019 is er vanuit de Stowa een studie gedaan naar slibverwerking met ongebluste kalk middels het MID MIX proces: zie STOWA rapport 2019-35 (geschreven door TAUW). Dit STOWA rapport beschrijft de testen die zijn gedaan met het slib van een viertal rwzi's in de pilot installatie WILP zie onderstaande figuur voor het processchema van de installatie.



Figuur 5: Processchema MID MIX pilot installatie Wilp

Het principe van het MID MIX proces is dat aan ontwaterd slib ongebluste kalk (CaO) wordt toegevoegd. Er vinden 2 chemische reacties plaats:

1. Ongebluste kalk reageert met water in het slib. Hierbij ontstaat warmte tot max 90 graden. Een deel van het water verdampt en een deel wordt gebonden tot gebluste kalk (Ca(OH)_2).
2. Ongebluste kalk reageert met organische stof. Hieruit ontstaat calciumcarbonaat (CaCO_3) en komt er CO_2 vrij.

Het eindproduct van het MID MIX proces is een fijn wit poeder genaamd NEUTRAL.

In het STOWA-onderzoek is ook CaCO_3 gevonden. Dit bevestigt dat organische stof is omgezet in CO_2 (een vorm van "chemische" verbranding). De CO_2 komt volgens het STOWA rapport dan deels in het eindproduct en ontsnapt deels naar de lucht.

De MID MIX technologie is ontwikkeld in Kroatië en daar draait sinds 2007 een installatie. Ook draait er een installatie in Barcelona, Spanje.

STOWA schrijft in het rapport:

Het MID MIX concept is een kansrijk nieuw alternatief voor slibeindverwerking. In de MID MIX installatie reageert ontwaterd zuiveringsslib onder specifieke condities met ongebluste kalk waarna een fijn wit poeder resteert, genaamd Neutral, wat toegepast kan worden als bouwstof. De MID MIX techniek is daarmee uniek in zijn soort. De kosten voor het MID MIX proces zijn naar verwachting competitief met gangbare slib eindverwerkingstechnieken. De duurzaamheid van het proces hangt samen met de uiteindelijke toepassing van Neutral als bouwstof.

Afhankelijk de CaO -dosering, welke varieert van 1,3 tot 2,9 ton CaO per ton droge stof slib (Bron: STOWA) wordt er 2,3-4,7 ton Neutral/ton ds slib geproduceerd. In onderstaande tabel is een ruwe massabalans weergegeven van het proces.

Financieel

Het verbruik aan grondstoffen (ongebluste kalk) lag in de testen tussen 1,3 en 2,9 ton CaO per ton droge stof. In de berekeningen in het STOWA-rapport wordt door TAUW uitgegaan van max 2 ton/ton. TAUW berekent in de studie een kostprijs tussen € 49 en € 67 excl. BTW en excl. transport.

Investeringskosten voor een installatie met capaciteit van circa 25 kton (slib input) bedraagt circa 1,8MEuro.

Slibverbranding bij HVC kost iets meer dan € 100 per ton incl. BTW en incl. transport. Dat komt neer op iets boven de € 70 per ton ex en ex. Daarbij moet zoals altijd worden opgemerkt, dat hier kosten uit een studie met veel open einden worden vergeleken met het echte tarief van slibverbranding, waarbij HVC ook een klein resultaat moet maken om eigen vermogen op te bouwen.

Duurzaamheid

Restverontreiniging verwijderen

Het STOWA-rapport geeft geen antwoord op alle vragen. Analyses in het eindproduct blijken lastig. Het is dan ook nog onduidelijk waar de verontreinigingen uit het slib blijven. Grotendeels zullen die in het eindproduct komen. Bijvoorbeeld slecht afbreekbare ZZS als PFAS-verbindingen. Het opslaan van deze restverontreiniging in een bouwstof scoort daarom slechter op restverontreiniging verwijderen dan het verbranden waarbij deze verontreiniging wordt vernietigd.

Alle zware metalen in het slib komen terecht in het eindproduct NEUTRAL. De metalen worden in het NEUTRAL geïmmobiliseerd (conform aangetoond in uitloog testen) zodat ze onder normale omstandigheden niet meer kunnen uitloggen. Veel analyseresultaten zijn beschikbaar binnen VSGM, incl. PFAS-verbindingen in slib en Neutral.

Door gemiddeld 2 ton CaO te doseren op 1 ton zuiveringsslib zullen de concentraties aan verontreinigende stoffen door de verdunning lager liggen. Het tonnage (op basis van droge stof) neemt uiteraard toe.

Een andere uitdaging is de fractie aan minerale olie die in (sommige) zuiveringsslibben aanwezig is. Voor het verwijderen daarvan zijn maatregelen nodig: bijvoorbeeld het oxideren (dmv toevoeging van ozon, hydroxide op peroxide) van deze minerale oliën (voorbehandelingsstap). Een tweede oplossing is het verhitten van NEUTRAL tot 250 graden Celsius (nabehandelings-stap). Deze tweede stap wordt nu in de proefinstallatie bij Attero getest. Door deze stap zullen echter de energiekosten en de CO2 footprint toenemen (nog niet meegenomen in de beschouwing door STOWA).

Energie terugwinnen

De energie, nodig om het water te verdampen, komt uit de chemische energie die aanwezig is in de ongebluste kalk. Bij de omzetting van CaO naar Ca(OH)₂ en CaCO₃ ontstaat veel warmte. In het proces zelf wordt geen primaire brandstof (anders dan de CaO) ingezet om het slib te drogen. Wel is er veel primaire energie nodig om CaO uit kalk (CaCO₃) te produceren.

TAUW geeft aan dat het energieverbruik van de hele life cycle sterk afhangt van de toepassing van het NEUTRAL. Als dat een laagwaardige toepassing krijgt scoort het primaire energieverbruik slechter dan andere verwerkingstechnieken. Bij hoogwaardigere toepassing is MID MIX bijna net zo duurzaam als slibdroging met laagwaardige warmte (par. 6.3.3. STOWA-rapport). De oorzaak hiervoor ligt in de hoge Ger-waarde van CaO.

CO₂

Bij het produceren van 1 ton ongebluste kalk (CaO) komt 0,785 ton CO₂ vrij (lang cyclisch). Hierbij is nog niet meegenomen de CO₂-emissie die vrijkomt uit de brandstof die wordt benut voor het branden van de kalk.

Grofweg mag worden aangenomen dat bij het totale productieproces van ongebluste kalk er 1 ton fossiele CO₂ per ton ongebluste kalk vrijkomt.

Bij het oxideren van de organische fractie in slib door inzet van de ongebluste kalk komt nogmaals een hoeveelheid CO₂ vrij (kort cyclisch). Deze is echter kleiner dan bij de verbranding van slib omdat een gedeelte van het koolstof wordt gebonden in het eindproduct (bestaat circa 28% uit CaCO₃). De warmte die ontstaat wordt benut voor het verdampen van het water.

Voor een CO₂-beschouwing zal dat relatief moeten zijn ten opzichte van welke stof door NEUTRAL wordt vervangen in een eindproduct.

Grondstoffen terugwinnen

Ammonium ontwijkt in het proces en zal uit de lucht gewassen moeten worden. Dat kan dan teruggewonnen gewonnen worden in de vorm van ammoniumsulfaat³. Dit gebeurt ook op de MID MIX proefinstallatie bij Attero in Wilp. Er wordt momenteel een zeer uitgebreide analyse van het spuiwater gemaakt.

Fosfaat in het slib gaat in principe verloren (komt in het eindproduct). Alleen bij opwerken tot CaO (via verhitten tot 900 °C) kan fosfaat mogelijk teruggewonnen gaan worden. Deze stap moet nog ontwikkeld worden en het proces is momenteel nog onbekend.

TRL-score

In het rapport van RHDHV (in opdracht van de VvZB, 2020) heeft MID Mix een TRL 7 score.

Volgens het rapport van RHDHV (VvZB) zijn er drie redenen waarom de technologie nog niet klaar is voor de markt:

- De vereiste hoge beschikbaarheid van (90-95%) om continuïteit te kunnen garanderen, is niet gehaald en dient nog aangetoond te worden;
- Daarnaast is er alleen interesse in de afname van het product, maar bestaat er nog geen afzetzekerheid. Hoe dit product gebruikt gaat worden, bepaalt de duurzaamheidsscore van deze route en de status van het eindmateriaal. De techniek kan hier dus nog niet op worden vergeleken met de bestaande routes;
- De route is nog niet opgenomen in LAP3, omdat de duurzaamheid van de route nog niet is bewezen, waardoor het proces nog niet vergunbaar lijkt in Nederland.
- Vrijkomende producten zoals NEUTRAL en ammoniumsulfaat hebben de afvalstatus en respectievelijk nog geen bouwstoffen- en/of meststoffenstatus.

³ Ammoniumsulfaat is een afvalstof en moet als zodanig worden afgezet. GMB heeft voor het ammoniumsulfaat een erkenningsproces via de Deskundige meststoffen van het ministerie van LNV moeten laten doorlopen. Hierdoor is het op bijlage AA van de meststoffenwet gekomen. Afkomst is heel precies in de wet beschreven. Mocht Midmix dit ook willen dan zullen ze ook deze route moeten doorlopen. Dit is geen 'inkoppertje'.

Ontwikkeling afzetmarkt

Kwaliteit eindproduct Neutral

Afzet van het eindproduct kan via verschillende routes. De afzet is bepalend voor het succes van een route waarbij een (half) product wordt gemaakt. Als dit product als grondstof wordt gezien, zou het beter scoren.

TAUW (STOWA-rapport) gaat er vooralsnog echter van uit dat het eindproduct het afvalstadium behoudt en afgezet kan worden richting betonproducten, cementindustrie of opgewerkt kan worden tot CaO.

Er worden dagelijks monsters genomen van de input (slib) en de output (Neutral) om zoveel mogelijk data te verzamelen omtrent de kwaliteit. De grootste uitdaging lijkt het maken van een (continu) stabiel product, maar de indruk bestaat dat dit redelijk goed lukt (aug 2020, bezoek en gesprek aan VSGM/Attero). De Neutral die tot heden geproduceerd is wordt nu als partij gekeurd. Minerale olie in sommige slibmonsters is een issue.

SGS voert momenteel (aug 2020) een certificering uit om Neutral te kunnen certificeren als toeslagstof aan een bouwstof/bijv. asphalt/beton. Dit wil nog niet zeggen dat einde-afval status is bereikt. Er lopen enkele certificeringstrajecten, waarvan de EN/CE 12.620 als meest veelbelovend wordt ingeschat door VSGM. Daarnaast nog gekeken naar enkele andere certificaten en BRL's.

Volgens VSGM kan Neutral aan de volgende certificeringen voldoen:

1. EN 12620: Aggregates for concrete
2. EN 13043: Aggregates for bituminous mixtures and surface treatments for roads, airfields and other trafficked areas
3. EN 13055-1: Lighthweight aggregates – Part 1: Lighthweight aggregates for concrete, mortar and grout
4. EN 13055-2: Lighthweight aggregates – Part 2: Lighthweight aggregates for bituminous mixtures and surface treatments and for unbound and bound applications
5. EN 13139: Aggregates for mortar
6. EN 13450: Aggregates for railway ballast
7. EN 13242: Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction

In het LAP zijn een aantal minimum standaarden voor verwerking van afvalstromen opgenomen en beschreven. Indien niet wordt voldaan aan de minimum standaard van het LAP 3 is het mogelijk hiervan af te wijken. Dit betekent dat er, conform hoofdstuk A.2 *Status van het LAP*, pag. 16 t/m 23 een formele afwijkingprocedure langs het ministerie van I en W moet worden doorlopen waarin onder meer een LCA moet worden opgemaakt die gunstiger moet zijn dan de in het LAP erkende minimum standaarden.

Er is een LCA gemaakt voor de Neutral. De laatste uitgebreide LCA werd gemaakt door Tauw in opdracht van AEB. In die rapportage werd Neutral (met diverse eindtoepassingen daarvan) vergeleken met drogen en verbranden. Volgens VGSM komt MID MIX in bijna alle toepassingsvarianten, zoals beschreven in de LCA van de Neutral op hetzelfde niveau of beter uit de vergelijking (primaire energie en CO₂ uitstoot). In de rapportage is ook gekeken naar de uitstoot (en ook volledige LCA) bij terugwinnen van CaO uit de Neutral (het Reborn proces). Over de gevolgen/kansen/invloed van dit

proces (Reborn) zijn diverse studies gemaakt in 2019/2020 (o.a. ENCI in Nederland, Carmeuse in België, AUMA in Spanje en de Universiteit van Zagreb).

Afzetmarkt eindproduct

De marktabSORPTIE voor Neutral, als alternatief voor andere vulmiddelen in cement/betonindustrie, is beperkt tot zo'n 100.000 ton. Hiermee is grootschalige verwerking van zuiveringsslib naar NEUTRAL commercieel gezien niet voor de hand liggend.).

Neutral heeft een opbrengst; 10-40€ per ton.

Conclusies

- Relatief eenvoudig proces waarvoor een relatief lage investering benodigd is. Exploitatiekosten zijn echter vrij hoog door inkoop van CaO en waarschijnlijk extra energieverbruik voor een nabehandelingsstap ter verwijdering van minerale olie.
- Verwerking van zuiveringsslib door middel van MIDMIX is nog niet overeenkomstig LAP3. Een LCA met een goedkeuringsprocedure langs het Ministerie van I&W is hiervoor nodig.
- Product Neutral is nu nog een afvalstof, en moet als dusdanig worden afgezet. Afzet of gebruik als bouwstof/vulmiddel is mogelijk indien de certificering volgens EN12620 rond is. Echter, de markt voor cement/beton vulmiddel kan geen grote hoeveelheden NEUTRAL absorberen.
- Er is geen sprake van fosfaatterugwinning. In een door te ontwikkelen stap kan dat mogelijk wel, maar de vraag is of dat efficiënter is dan het directe verbranden van as en terugwinnen van fosfaten uit de as. Stikstof wordt middels ammoniumsulfaat teruggewonnen. Op deze wijze geproduceerd is ammoniumsulfaat niet als meststof erkend.
- Het MID MIX proces is in de toekomst, indien certificering voor de toepassing van het eindproduct is geborgd en MIDMIX wordt erkend als slibeindverwerkingstechniek conform LAP3, kleinschalig toe te passen.

VII. Torwash

Techniek

Torwash is een hydrothermale behandelingstechniek voor zuiveringsslib. In de STOWA slibketenstudie II uit 2010, wordt de Torwash technologie omschreven als een kansrijke technologie voor de behandeling van zuiveringsslib.

Torwash is een technologie waarbij natte biomassa in een reactorvat wordt verhit tot circa 200 °C. Door chemische en fysische reacties veranderen bepaalde eigenschappen van de biomassa. Hierdoor is het flink beter te ontwateren en worden voor de verbranding schadelijke componenten vanuit de vaste fase opgelost in de vloeistoffase. Mede hierdoor ontstaan een biomassa wat beter geschikt is als biobrandstof. De waterfractie die bij de ontwatering ontstaat, bevat vele waardevolle componenten die teruggewonnen en hergebruikt kunnen worden.

In 2015 is de Torwash technologie voor het eerst door ECN, thans TNO en waterschap Zuiderzeeland op laboratoriumschaal getest. De resultaten waren veelbelovend. Zuiveringsslib na een Torwash behandeling kon zonder toevoeging van chemicaliën worden ontwaterd tot circa 60 % drogestof. In de periode 2016-2017 zijn aanvullende onderzoeken verricht, ook op grote schaal met behulp van een autoclaaf. Kort samengevat zijn meerdere soorten zuiveringsslib getest waar telkens weer een goed ontwateringsresultaat kon worden verkregen. Aangetoond is dat een flinke hoeveelheid organisch drogestof vanuit het zuiveringsslib in oplossing gaat. Door een gerenommeerd laboratorium zijn vele vergistingstesten uitgevoerd. Gebleken is dat ruim 70% van het organisch droge stof, wat vanuit de vaste fase is omgezet naar in oplosbare fractie, omgezet kan worden naar biogas.

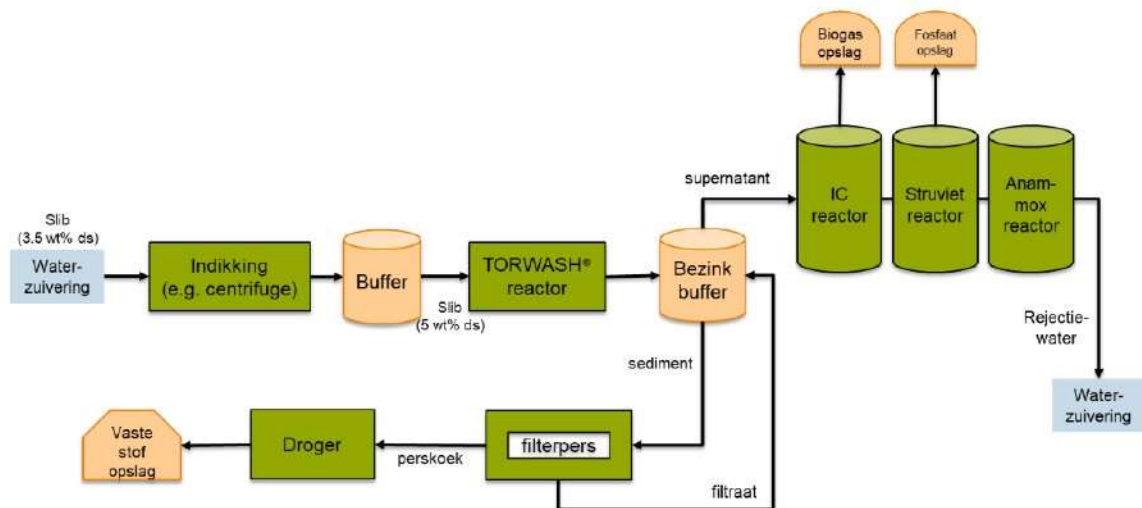
Het verkregen vaste product bevat nog voldoende organisch stof om als biobrandstof dienst te doen. Gebleken is dat een aantal 'schadelijke' componenten voor de verbranding, zoals chloor door Torwash in mindere mate in het product achterblijven. Ook andere in het zuiveringsslib achtergebleven componenten welke in water goed oplosbaar zijn, zoals fosfaat worden door Torwash in een grotere mate uit het zuiveringsslib vrijgemaakt.

In de periode 2018 – 2019 heeft een pilotonderzoek op AWZI Almere van waterschap Zuiderzeeland plaatsgevonden. In onderstaand figuur is de pilotinstallatie weergegeven. STOWA heeft de begeleiding van dit onderzoek gedaan.

De belangrijkste resultaten vanuit het pilotonderzoek zijn:

- Torwash werkt ook op semi- continue niveau;
- De Torwash pilot heeft een duurttest van ruim 200 uur doorstaan;
- Zowel niet vergist als vergist zuiveringsslib is goed met Torwash te behandelen;
- Op kleine schaal zijn koeken geperst tot 60 % drogestof en op grotere schaal met behulp van een membraanfilterpers koeken tot 50 % droge stof zonder toevoeging van chemicaliën;
- Het aanwezige organische stof in het filtraat is goed om te zetten naar biogas
- De hoeveelheid zuiveringsslib kan met Torwash tot maximaal 70% worden gereduceerd;
- De kosten voor de slibeindverwerking kunnen door Torwash naar inschatting tot maximaal 47 % dalen, grotendeels veroorzaakt door de vermindering van de hoeveelheid zuiveringsslib.

In onderstaand figuur is het processchema weergegeven zoals Torwash op AWZI Almere getest is.



Financieel

Een financiële vergelijking maken tussen Torwash en andere slibbewerkingstechnologieën is nog niet gedaan. Wel is in het STOWA rapport een businesscase opgenomen. Deze businesscase is tot stand gekomen door een samenwerking tussen een aantal waterschappen en deels ingegeven op basis van wat we weten vanuit de TDH-projecten. Deze businesscase laat zien dat de totale kosten voor de slibverwerking in het geval van niet vergist zuiveringsslib door Torwash met maximaal 47% kunnen dalen. Voor vergist zuiveringsslib is dit maximaal 37%. Deze daling van de kosten worden grotendeel veroorzaakt doordat er minder zuiveringsslib wordt geproduceerd en goede slibontwatering. In een vervolgfase van de doorontwikkeling zullen vergelijkingen worden gemaakt met andere slibbewerkingstechnologieën.

Duurzaamheid

Over de duurzaamheid van Torwash is in het STOWA onderzoek nog geen aandacht besteed. Uit eerder onderzoek kan voorzichtig worden geconcludeerd dat de energie die nodig is voor Torwash verkregen kan worden uit het biogas wat uit het filtraat kan worden geproduceerd. Voor de ontwatering van zuiveringsslib na een Torwash behandeling zijn geen chemicaliën (veelal PE) nodig. Dit zal een zeer gunstig effect hebben op de CO₂ footprint van Torwash.

Als het product van Torwash, zeer droog zuiveringsslib met een energie inhoud min of meer gelijk is aan B-hout, als biobrandstof kan worden ingezet, zal dit eveneens een positief effect hebben op de CO₂ footprint van Torwash. Ook grondstofwinning uit het filtraat, bijvoorbeeld fosfaat en stikstof, kan positief bijdragen aan de CO₂ footprint van Torwash.

Doorontwikkeling Torwash

De begeleidingscommissie van dit STOWA project heeft STOWA positief geadviseerd over de vervolgfase van de doorontwikkeling van Torwash. TNO heeft hiervoor een voorstel geschreven. Drie waterschappen, Zuiderzeeland, Aa en Maas en Rivierenland het aangegeven interesse te hebben deel te nemen aan dit vervolg. Dit vervolg zal bestaan uit een demonstratieonderzoek met een Torwash reactor op commerciële schaal (500 kg zuiveringsslib per uur). De drie waterschappen besluiten eind 2020 tot deelname. Recentelijk heeft STOWA het projectvoorstel goedgekeurd en kenbaar gemaakt ook financieel te willen participeren in het demonstratieonderzoek. Naast STOWA, TNO en de drie waterschappen doen negen andere partijen mee aan het demonstratieonderzoek.

TNO heeft de onderstaande planning gemaakt voor het tijdspad om uiteindelijk Torwash in de praktijk te kunnen toepassen.

		2021	2022	2023	2024	2025
Fase 1	Subsidieaanvraag					
	Ontwerp reactor					
	Bouw Demo installatie					
	Installatie en afname					
	Duurtesten					
Fase 2	Ontwerp full scale installatie					
	Bouw full scale installatie					
	Duurtesten en optimalisatie					
Fase	Ontwerp commerciële installatie					
	Marktintroductie					

TRL score

Het prototype Torwash reactor is in de periode 2018-2019 op AWZI Almere getest. Verschillende aanpassingen zijn gedaan en ook getest. In de periode 2019 – 2020 heeft TNO gewerkt aan de basic engineering van een demonstratie reactor. Conform de planning kan de demonstratiefase in 2022 starten. In onderstaand figuur is het TRL niveau weergegeven.

Conclusie

Zowel op laboratoriumschaal als op pilotschaal is bewezen dat met behulp van de Torwash technologie een flink slibreductie kan worden bereikt. Ook ten aanzien van duurzaamheid heeft Torwash voordelen.

Ten aanzien van de uiteindelijke eindverwerking van het zuiveringsslib na een Torwash behandeling is uit onderzoek gebleken dat zowel verbranding, met als doel energieproductie als vergassing, met als doel het produceren van een synthetisch gas, een goede verwerkingsstap is.

Beproeving van deze technologie op demonstratieschaap (500 kg zuiveringsslib per uur) is dan ook de volgende fase van de doorontwikkeling. Na 2025 kan bij een positief resultaat de Torwash technologie voor de waterschappen op volledige schaalgrootte worden ingezet.

Doorkijk naar mogelijkheden voor Torwash door HVC en de deelnemende waterschappen

Waterschappen streven naar de maatschappelijk laagste kosten en hebben hoge ambities als het gaat om duurzaamheid, klimaat en circulariteit. We staan voor grote uitdagingen rond klimaatneutraliteit. Torwash kan ons daar in de toekomst mogelijk bij helpen. Meer biogas, minder slib, meer teruggewonnen grondstoffen en een biobrandstof en een flink gunstige klimaatvoetafdruk. Als de link dan ook nog wordt gelegd met de huidige ontwikkelingen rond ambitie van het Rijk rond de productie van biogas / synthetisch gas, dan liggen daar flinke kansen, ook voor HVC en dus ook voor ons. Uiteindelijk streeft het Rijk in 2030 naar een productie van 2 miljard m³ hernieuwbaar gas. Het Rijk werkt momenteel met onder andere de UvW aan de uitwerking van deze ambitie. Hierbij zijn marktpartijen zoals Shell, Vattenfal, Gasunie en Enexis betrokken.

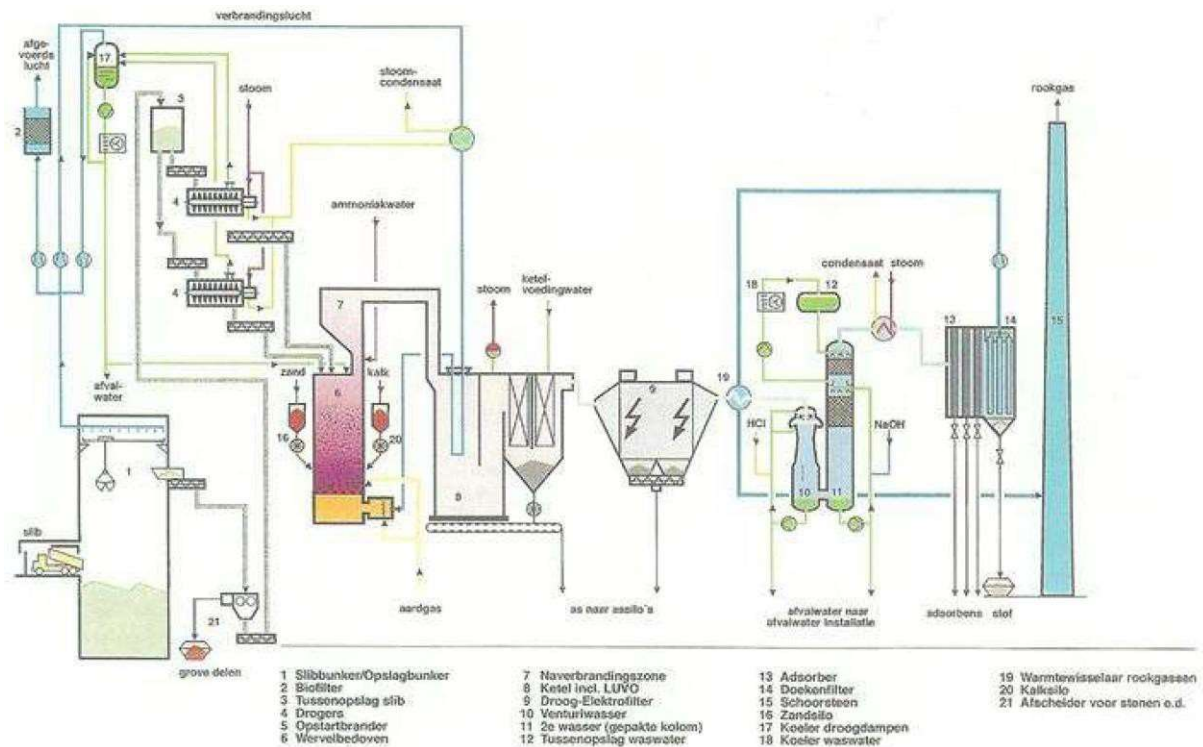
VIII. Mono slibverbranden 2.0

Techniek huidige monoslibverbranding

Verbranden van alleen zuiveringsslib in een aparte wervelbedoven doen we inmiddels al meer dan 25 jaar in Nederland op grote schaal. Zowel bij DRSH/HVC als bij SNB.

Beide installaties zijn ontworpen in een tijd (jaren '80), waarin de focus volledig lag op de emissies uit de schoorstenen en niet op de energiebalans. In een tijd waarin diverse verbrandingsinstallaties voor huisvuil kampten met dioxineproblemen.

Zowel in Dordrecht als in Moerdijk is in 1989 een state-of-the-art rookgasreiniging gebouwd. In 1989 had Nederland de strengste emissie-eisen van Europa. De Europese normen zijn in de loop der jaren strenger geworden en nu gelijk aan die in Nederland. De SVI Dordrecht heeft in haar vergunning aanvullend als jaargemiddelde nog strengere eisen en voldoet daar ruimschoots aan.



Figuur 6: Processchema lijn 4 SVI Dordrecht

De SVI Dordrecht was de eerste installatie in Europa met actief koolfilters om kwik tegen te houden. SNB heeft een variant daarop gebouwd met actief kool poeder op de doekenfilters. Inmiddels is actief kool filtratie in de rookgasreiniging BBT geworden en wordt overal toegepast.

Mono slibverbranding bestaat uit twee stappen :

- 1) Voordrogen van het slib in schijvendrogers; hier wordt ca. 50% van het water uit het slib verdampt. Van ca. 22% ds naar ca. 36% ds.
- 2) Verbranden van het half gedroogde slib in wervelbedovens, gevolgd door stoomketels en uitgebreide rookgasreiniging.

De energie in het slib komt vrij in de ovens en wordt in de stoomketels teruggewonnen in de vorm van stoom. Die stoom is in eerste instantie bedoeld om de energie te leveren in de schijvendrogers. Daarom is het lage druk stoom. In de drogers condenseert de stoom binnenin de schijven (slib zit aan de buitenkant van de metalen schijf) en de condensatiewarmte uit de stoom komt beschikbaar. Dat is dus veel meer dan beschikbaar komt indien uit stoom in een turbine elektriciteit wordt gemaakt.

Het water uit het slib verdampt voor 50% en komt in de drogers vrij als waterdamp. Na de droger is een condensor geplaatst met een koelkringloop met luchtkoelers op het dak. Bij de condensatie van de waterdamp uit het slib (Brüden) komt de condensatiewarmte (=gelijk aan de verdampingswarmte) weer vrij. Maar die wordt nu weggegooid via de koelerbanken.

In de huidige SVI blijft bij de slibkwaliteit van nu stoom over, die niet nodig is in de schijvendrogers. De SVI heeft al 15 jaar een kleine turbine staan, waar dit overschot wordt omgezet in elektriciteit. Omdat het lage druk stoom is, is het rendement van die turbine niet zo hoog. En kan ca. 16% van de elektriciteit worden opgewekt, genoeg voor een klein deel van het eigen gebruik van de SVI.

Hier zit het verschil tussen de huidige SVI en een nieuwe SVI 2.0. Dit wordt verder uitgewerkt in het hoofdstuk nieuwe SVI 2.0.

Nieuwe SVI 2.0

In een nieuwe SVI 2.0 hou je als basis dezelfde techniek. Dus ook schijvendrogers, wervelbedoven, stoomketel en uitgebreide rookgasreiniging. Met name de rookgasreiniging zou je gelijk houden aan die van nu, omdat je daarmee de laagste mogelijke emissies haalt.

De stoomketel zou je uitvoeren als een hoge druk ketel. Met stoom van 40 of 60 bar (i.p.v. 10 bar nu). Die stoom leidt je dan eerst door een grotere turbine, waarbij het mogelijk is om alle elektriciteit te maken die de gehele SVI nodig heeft en zelfs nog iets over te houden om terug te leveren aan het net.

Uit de turbine tap je lage druk stoom af om de schijvendrogers te voeden. Bij een goed ontwerp is een druk van ca. 4 bar voldoende. In de schijvendrogers win je dan de condensatiewarmte uit de stoom terug. Bij een E-centrale wordt juist dat deel weggegooid in de grote koeltorens.

In de schijvendrogers ontstaat dan weer de waterdamp uit het slib. Die laat je dan in tegenstelling tot nu condenseren in een warmtewisselaar, die een warmtenet in de stad kan voeden. In Zürich is dat gebouwd. HVC onderzoekt nu om de huidige SVI op dit punt om te bouwen en aan te sluiten op het warmtenet van Dordrecht.

Dat maakt het een heel efficiënte energiebalans.

Als je er dan ook nog in slaagt om de energie die vrijkomt in de koelstap op de 2^e wasser terug te winnen om water van een warmtenet al voor te verwarmen, kun je 80-90% van de energie in het slib terugwinnen in een SVI 2.0.

Je hebt dan alleen te maken met energieverlies van het gebouw en de temperatuur van de rookgassen. In de huidige SVI was via de vergunning voorgeschreven dat de rookgassen voor het verlaten van de schoorsteen opgewarmd moesten worden om een zichtbare waterdamppluim te voorkomen. Met als bijkomend voordeel dat de (onzichtbare) rookpluim hoger stijgt en de immissie concentraties op leefniveau in de omgeving lager zijn. Echter dat effect kun je ook bereiken door in de toekomst de schoorsteen fysiek hoger te maken (bv 100 m i.p.v de huidige 80 m).

Duurzaamheid

Een SVI 2.0 is dus een doorontwikkeling van de huidige generatie. Waarbij de goede eigenschappen behouden blijven (o.a. de uitstekende rookgasreiniging) en de energiebalans veel beter gaat worden.

Qua energiebalans kan een SVI 2.0 concurreren met andere alternatieven.

Fosfaat winnen uit de vliegashuis is een techniek die beschikbaar is (komt). De ontwikkelingsfase van labtesten naar een full-scale plant duurt weliswaar lang.

Vervangen van de huidige SVI in Dordrecht door een SVI 2.0 moet in principe mogelijk zijn. Zo lang de emissievrachten niet hoger worden dan nu. Als je de nieuwe SVI 2.0 een veel grotere capaciteit wilt geven moet er goed gekeken worden naar de emissievrachten. Meer stikstof uitstoten dan nu zal lastig vergoedbaar zijn. Zie onderstaand bij optie.

Hybride SVI

Een variant van de SVI 2.0 is een hybride SVI.

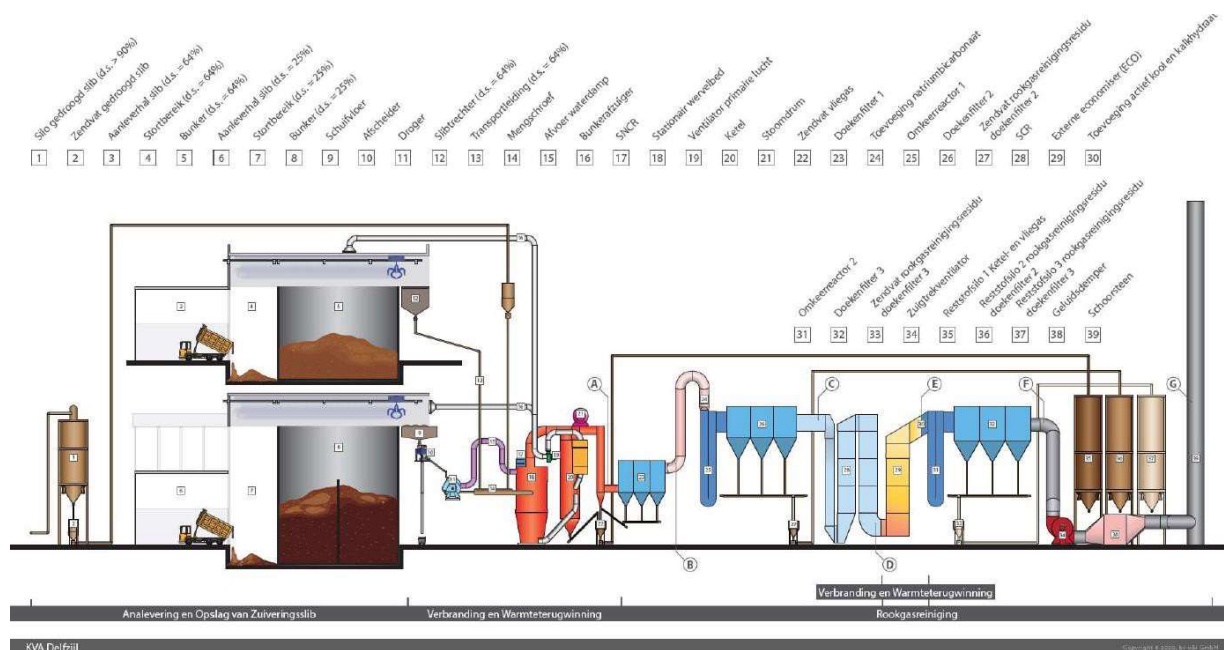
Met hybride wordt dan bedoeld een installatie, die een mengsel kan verbranden van ontwaterd slib (zoals nu) en gedroogd slib, dat ontstaat in een slibdroger zoals gebouwd gaat worden in Alkmaar.

Naast een schijvendroger bouw je dan ook een menger, waarin je ontwaterd slib (ca. 22% ds) mengt met slibgranulaat (ca. 90-95% ds) tot het juiste mengsel dat nodig is voor het type wervelbedoven dat je gaat inzetten.

Als dat een statisch wervelbed is, zoals in de huidige SVI, wil je rond de 35-36% ds hebben (gebaseerd op huidige % organische stof). Bij een circulerend wervelbed kun je met een hoger % ds de oven in gaan. Dan laat je het zandbed uit de oven circuleren over een warmte terugwinning buiten de oven. Zoals nu bij de BEC in Alkmaar.

Het ontwerp wil je flexibel houden. Omdat het % ds naar de oven ook af hangt van de samenstelling van het slib (% organische stof). Je wilt dus een flexibele installatie bouwen, omdat duidelijk is dat slib in de loop der jaren kan veranderen. Vandaar dat je zowel een schijvendroger (wel veel kleiner) als een menger (iets over gedimensioneerd) bouwt.

Ook de bunker bouw je dan anders dan nu, omdat slibgranulaat niet in de open lucht opgeslagen kan worden. Al deze elementen zie je terug in het ontwerp van de hybride BEC die EEW in Delfzijl wil gaan bouwen. Figuur 7 geeft het processchema weer zoals gepresenteerd in de MER aanvraag.



Figuur 7: Schematisch overzicht ontwerp in MER aanvraag Hybride SVI EEW Delfzijl

Dat maakt een hybride SVI iets duurder qua investering. Al is het verschil niet zo groot, omdat de meeste kosten zitten in andere delen van de installatie (bv de rookgasreiniging) die niet anders worden.

Bij een hybride SVI is het grootste deel van de stoom niet nodig voor de drogers. Die stoom zet je in om elektriciteit van te maken en een warmtenet te voeden.

Het effect op de totale energiebalans is echter beperkt, omdat er elders energie is gebruikt om het slib te drogen tot slibgranulaat. In Alkmaar is dat stoom uit de AEC.

Mono (dedicated) BEC

Ombouw/uitbouw huidige SVI naar hybride of SVI 2.0

Een optie kan zijn om in de huidige SVI Dordrecht één of meerdere oude (kleinere) verbrandingslijnen uit bedrijf te nemen en als reserve in de mottenballen te zetten. En naast de SVI een hybride of nieuwe (grotere) lijn te bouwen met een geoptimaliseerde energie balans. De keuze voor hybride of SVI 2.0 wordt dan bepaald door de beschikbaarheid van het slib. Is een deel al voorgedroogd, dan wordt het een hybride, zo niet, dan een SVI 2.0.

Of de locatie Dordrecht daar in de toekomst voor geschikt is hangt o.a. af van de stikstofproblematiek. De locatie Dordrecht ligt vlak naast de Biesbosch (een Natura 2000 gebied). Dus het is de vraag of een hogere stikstof uitstoot ter plekke is toegestaan. Je zou dat moeten kunnen compenseren via de levering aan het warmtenet, waardoor in de stad meer huizen kunnen worden aangesloten. En bij die huizen de CV-ketel op aardgas (ook NOx uitstoot) uit kan.

Of dat lukt is de vraag. Nieuwbouw woningen worden nu al all-elektrisch (zonder aardgas aansluiting) gebouwd. Daar vervang je dus een warmtepomp, maar geen aardgas. De elektriciteit die je dan uit spaart mag je niet meetellen in de compensatieberekening. Omdat die elektriciteit (ook al wordt die bij wijze van sprake opgewekt met een kolencentrale) elders in Nederland wordt geproduceerd en de

NOx besparing dus elders, ver weg is. In de huidige regelgeving mag je zo'n compensatie niet meer meetellen.

De regelgeving over stikstof in Nederland moet eerst verder uitgekristalliseerd zijn voor hier duidelijke antwoorden mogelijk zijn. Het is een optie om de komende jaren verder te onderzoeken. Nu kan daar geen duidelijk antwoord op gegeven worden.

IX. Drogen + tweetraps verbranding

Onder de kop drogen + tweetraps verbranding wordt in het rapport van Haskoning verwezen naar Pyreg, terwijl in het concept van Pyreg het doel is een meststof produceren. Hier wordt dus het eindproduct niet verbrand. Daarom is deze techniek verder beschreven in hoofdstuk xxx onder de kop pyrolyse. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de hulpketel die HVC bij de BEC aan het ontwikkelen is, omdat hier in de eerste concepten gebruik wordt gemaakt van een tweetraps verbranding met als eerste stap een pyrolyse kamer en daarna een verbrandingskamer. Met de vrijgekomen energie uit de verbrandingskamer wordt energie geproduceerd die aan het huidige stoom systeem van de BEC wordt geleverd. Daarmee is het dus een hulpketel om extra energie te produceren als de huidige BEC het moeilijk krijgt door de toegenomen warmtevraag. Daar is deze zomer een DEI aanvraag voor gedaan. Het idee is dat deze ketel modulair is opgebouwd, waardoor het makkelijk te verplaatsen is en toe te passen in een startend warmtenet. Waar nu nog enkel gas voor kan worden gebruikt.

X. Pyrolyse slib, incl. Euphore

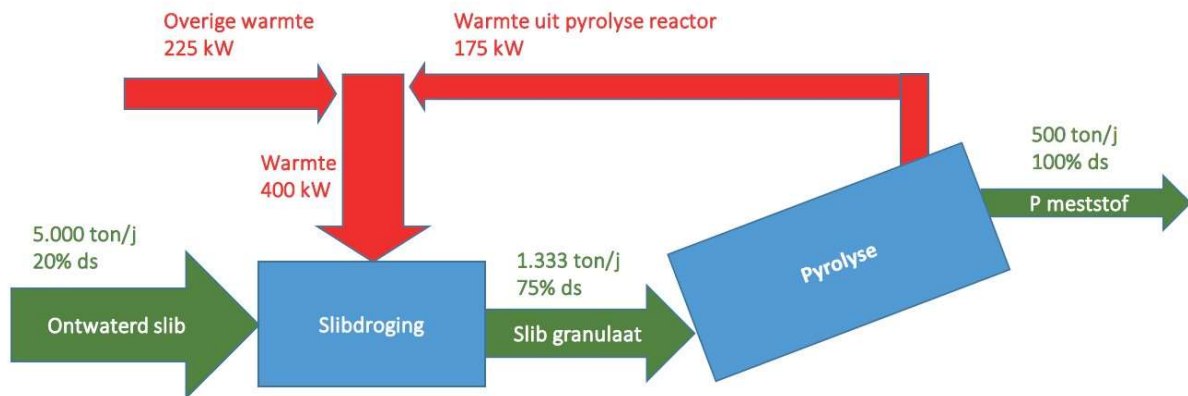
Pyrolyse van slib is vergelijkbaar met vergassen van slib. In beide gevallen wordt gedroogd slib verhit zonder zuurstof of met minder zuurstof, waardoor het (net) niet verbrand. Afhankelijk van hoe je het doet (hoeveel warmte en zuurstof je toevoegd en met welke snelheid), ontleedt de biomassa in bio- olie, houtskool of koolstofvezels en biogas.

Bij pyrolyse wordt meestal gestuurd op een bio-olie of koolstof product, terwijl bij vergassen de omstandigheden zo worden gekozen, dat er vooral gasvormige componenten ontstaan.

Torrefactie is een vorm van pyrolyse, maar dan bij lagere temperatuur waarbij de focus op maximale hoeveelheid koolstof ligt.

De praktijkvoorbeelden waar pyrolyse in wordt gebruikt zijn of om een meststof te produceren of een brandstof. In dit laatste geval is het eigenlijk gelijk aan drogen + tweetrapsverbranding, daarom wordt in dit hoofdstuk enkel in gegaan op het produceren van meststof met pyrolyse. Zowel in het STOWA als in het Haskoning rapport wordt hier het Pyreg concept als voorbeeld voor genomen. Verwarrend in het Haskoning rapport is dat Pyreg onder drogen plus tweetrapsverbranding valt, terwijl het doel van Pyreg is om een meststof te produceren. Daarnaast is in dit rapport een apart kopje voor pyrolyse opgenomen, waar wordt aangegeven dat dit in Nederland nu enkel wordt toegepast op zeefgoed. Daarom wordt in deze studie in het hoofdstuk Pyrolyse, het Pyreg concept behandeld en onder het hoofdstuk drogen + tweetraps verbranding het verbrandingsconcept waar HVC naar kijkt voor een extra hulpketel bij de BEC in Alkmaar.

De figuur geeft schematisch het Pyreg concept weer inclusief de warmtebalans.



Figuur 8: Warmte balans pyrolyse zuiveringsslib (bron Pyreg) uit STOWA rapport 2015-37

Financieel

In het rapport van de STOWA over pyrolyse uit 2015 wordt geconcludeerd dat er nu nog geen haalbare businesscase is, maar dat die er wel zou kunnen komen. De grootste kans hierbij is voor lokale kringlopen met weinig transport afstanden.

Duurzaamheid

Restverontreiniging verwijderen

In het STOWA onderzoek werd duidelijk dat de met pyrolyse geproduceerde meststof niet in Nederland als meststof gebruikt kan worden, omdat het de hoeveelheid zink en koper niet reduceert.

Sterker nog, doordat een deel van het koolstof wel wordt afgebroken, neemt de concentratie zink en koper zelfs toe.

De restverontreiniging wordt dus in dit geval niet verwijderd en blijft bij het gebruik als meststof in het milieu.

Energie terugwinnen

Wat energie betreft, wordt tijdens het pyrolyse proces een deel van het slibgranulaat omgezet naar energie, dat weer gebruikt kan worden in het droog proces. De rest van de energie verdwijnt in de meststof en wordt dus niet gebruikt.

Wat betreft energie, wordt er dan dus minder teruggewonnen dan in de verschillende slibverbrandingsopties.

Grondstoffen terugwinnen

Wat betreft grondstoffen, scoort deze optie wel beter dan enkel verbranding, omdat een groot deel van het slib omgezet wordt in een meststof.

Op het moment dat er na verbranding fosfaat teruggewonnen wordt uit de assen, veranderd dit echter en scoort deze optie ook hier niet duidelijk beter.

TRL score uitleg

In 2017 heeft pyrolyse na drogen van zuiveringsslib om een meststof te produceren een TRL

gekregen van 7. Het is op demonstratieschaal buiten Nederland beschikbaar. Dit is nog steeds het geval. Door de te hoge koper en zink gehalten is het niet toepasbaar in Nederland en is verbranden de logischere route. Op basis van het rapport van STOWA is er wel een pilot installatie gerealiseerd voor pyrolyse van zeefgoed in Ede, maar geen vervolg voor zuiveringsslib.

Conclusie

Pyrolyse om een meststof te produceren heeft nog geen duidelijke businesscase, is nog niet technologisch bewezen en heeft geen duidelijke duurzaamheidswinst ten opzichte van verbranding met fosfaat terugwinning uit assen. Wel zijn er kansen voor andere stromen zoals zeefgoed.

Euphore

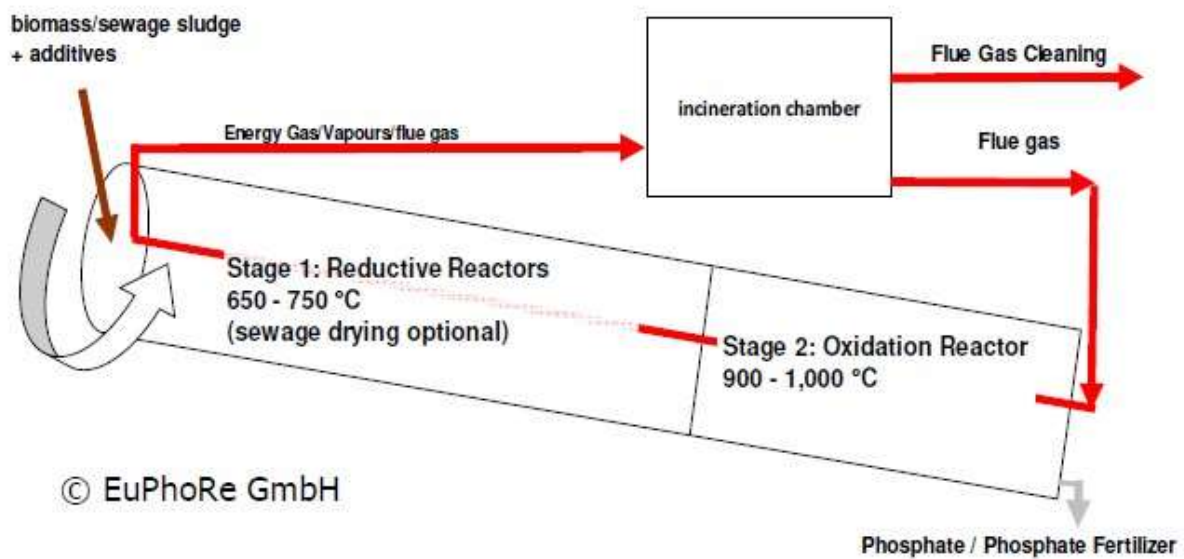
(behorend bij onderdeel pyrolyse)

Proces

Het EuPhoRe®-proces maakt het mogelijk om gelijktijdig fosfaat terug te winnen met de dubbele thermische behandeling van het zuiveringsslib. De gegenereerde as heeft een hoge plantbeschikbaarheid van het fosfor en een laag gehalte aan zware metalen. Dit eindproduct kan direct worden gebruikt als fosfor-meststof en / of grondstof voor een meercomponentenmeststof. Het EuPhoRe®-proces bestaat uit twee stappen (anoxisch, oxisch) die plaatsvinden in een draaitrommeloven: eerste pyrolyse / droge carbonisatie, direct gevolgd door verbranding. Bij een rookgasreiniging worden zware metalen in de gasfase geëlimineerd. Organische verontreinigende stoffen worden verwijderd in de thermische processen. Voor het proces wordt het zuiveringsslib via een waterslotsysteem in een draaitrommeloven (rotary kiln) geladen. Hier wordt het voorgedroogd door gebruik te maken van heet rookgas en pyrolysegas uit de twee EuPhoRe® trappen in tegenstroom. De as verlaat de oven uiteindelijk via een koelunit.

Het EuPhoRe®-proces combineert een thermische behandeling van ontwaterd (voorgedroogd) slib van ca. 650-750 ° C (met vergassing van de vluchtige materie tot procesgas met vervluchtiging van zware metalen door additieven) en een daaropvolgende verbranding bij 900-1.100 ° C van de cokes afkomstig van de thermische behandelingsfase.

Het procesgas wordt verbrand, terwijl de rookgassen een rookgasreiniging. Bij voorkeur wordt het proces toegepast bij afvalenergiecentrales met een bestaande hoge snelheid rookgasreiniging.



Producten

De producten die uit het EuPhoRe®-proces komen, zijn een fosfaat dat direct klaar is voor gebruik als meststof.

Door de onmiddellijke overgang van reductieve omstandigheden naar oxidatieve omstandigheden in het proces, die samenvalt met hoge temperaturen, worden de fosfaatverbindingen in de as zodanig veranderd dat een hoge P-beschikbaarheid van planten het resultaat is.

Het pyrolysegas van de reductieve stap en het procesgas van de oxidatiestap worden thermodynamisch gebruikt. Door toevoegingen zoals alkali- en / of aardalkalimetaalchloriden (bijv. KCl, MgCl₂) voorafgaand aan de behandeling wordt een effectieve reductie van zware metalen bereikt. Omdat de volledige as van zuiveringsslib (SSA) wordt omgezet in een meststof met een fosfaatgehalte van 10-20% P₂O₅ (afhankelijk van het soort zuiveringsslib als input), is er geen asresidu af te zetten.

Voor de afzet van het eindproduct zijn nog geen zekerheden bekend (marktpartijen of afzetgaranties).

Duurzaamheid

Energy footprint en massabalans ontvangen we in de week mid nov 2020.

TRL

Een proefinstallatie met een capaciteit van 100 kg/uur draait in Dinslaken

Een grootschalige plant in Mannheim (135.00 ton/jr nat slib) is beoogd. De commissioning zal eind 2021 zijn. Tevens zijn er 2 full scale installaties in Zwitserland.

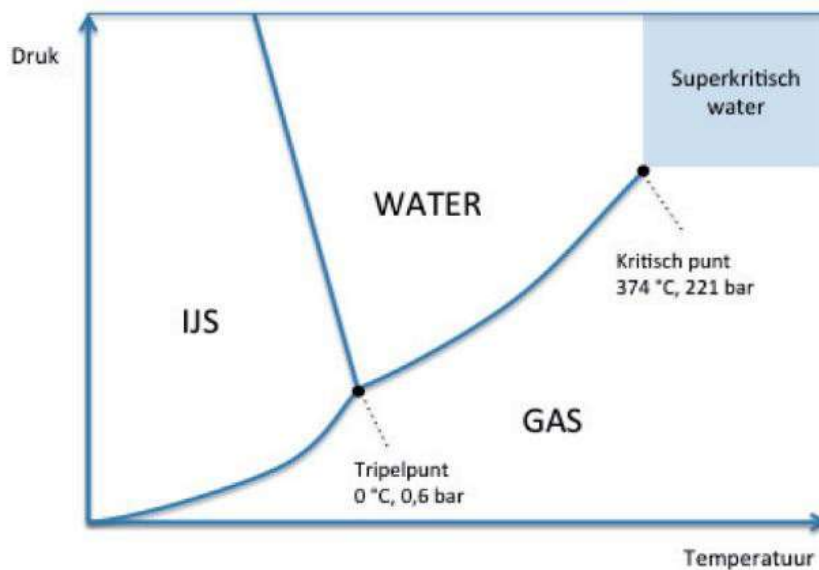
The TRL level voor een EuPhoRe-Process in combinatie met een waste to energy plant is 9. Voor een stand alone installatie een TRL van 8 is genoemd.

XI. Superkritisch vergassen

Techniek

Superkritisch vergassen is vergassen van ontwaterd zuiveringsslib onder superkritische omstandigheden.

Bekend zijn de 3 fasen waarin een stof kan voorkomen: vaste vorm, vloeibare vorm of gasvorm. Er is echter nog een vierde fase. Door slib te verhitten en onder hoge druk te brengen ontstaat er een tussenfase tussen vloeistof en gas. Slib is nog als vloeistof aanwezig, maar de reacties gaan heel snel alsof het een gasfase is. Voor zuiveringsslib is dat een temperatuur $> 650\text{ }^{\circ}\text{C}$ en een druk van ca. 300 bar of hoger. Voor water zijn de fases weergegeven in de fase diagram in figuur 1.



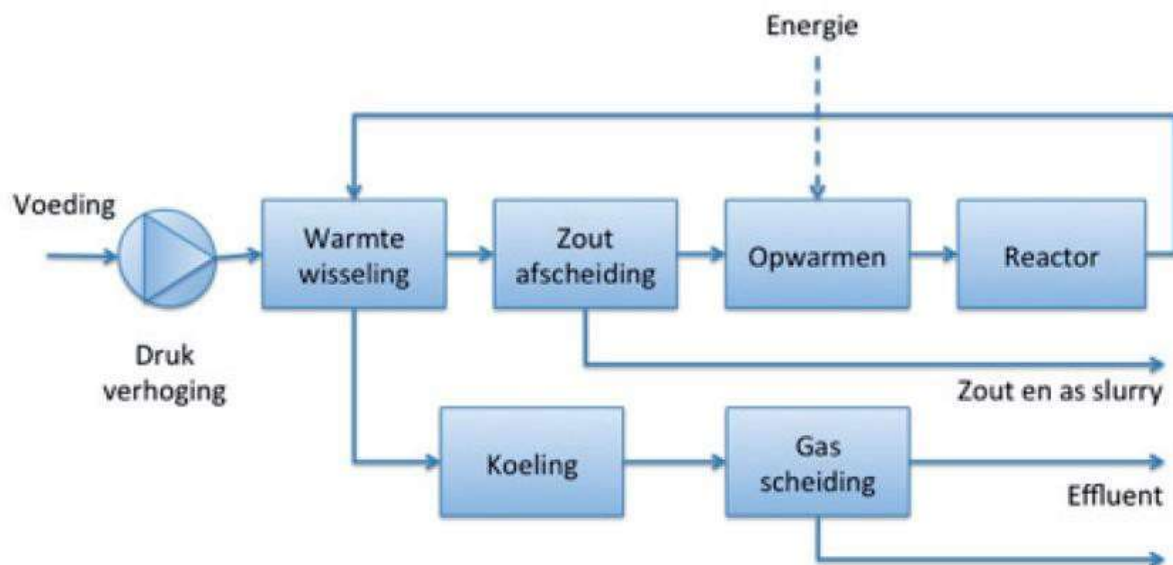
Figuur 9: fase diagram voor water

Het grote voordeel van superkritische omstandigheden is dat de reacties dan heel snel (seconden) gaan en reactor zelf dus heel klein is. En dat het slib niet gedroogd hoeft te worden, maar in ontwaterde vorm in de reactor gaat.

Wanneer deze stoffen onder de beschreven omstandigheden worden vergast, ontstaat een syngas bestaande uit H_2 , CO , en in mindere mate CH_4 . Onder superkritische omstandigheden ontstaan geen teerproducten, zoals wel gebeurt bij vergassen van slib (of andere materialen) onder normale condities.

Bij de universiteit Twente is onderzoek gedaan naar superkritisch vergassen van allerlei stoffen. In totaal waren er drie start-up bedrijfjes actief in Nederland die geïnteresseerd waren in het superkritisch vergassen van zuiveringsslib. Te weten Sparkle, Gensos en Procede. STOWA had met al deze bedrijfjes contact. Van Procede is bekend dat het nog actief is in Supersludge, de andere twee bedrijfjes zijn bij ons weten niet meer in beeld.

STOWA heeft experimenten laten uitvoeren bij het Karlsruhe Instituut of Technology (KIT). Zie STOWA rapport 2016-6. Uit dit rapport is het algemene processchema van superkritisch vergassen gehaald, zoals weergegeven in figuur 2.



Figuur 10: Algemeen blokschema voor superkritisch vergassen van zuiveringsslib

De superkritische omstandigheden waaronder het vergassingsproces optreedt zijn jammer genoeg ook de achilleshiel van het proces. Slib moet van kamertemperatuur en buitendruk gebracht worden onder hoge druk en een temperatuur $> 650\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Onder hoge druk brengen is niet zo moeilijk. Met hoge drukpompen werken is bestaande techniek. Om het slib snel op de hoge temperatuur te brengen en daarna de energie weer terug te winnen is een warmtewisselaar nodig. Daarbij wil je dat het slib snel de hoge temperatuur bereikt. Want als het slib te lang onderweg is in de warmtewisselaar treedt daarin al normale vergassing op en ontstaan daar de gevreesde teerproducten. De warmtewisselaar wordt dus ontworpen met dunne buizen, om de verblijftijd van slib zo klein mogelijk te houden en de warmteoverdracht zo hoog mogelijk. Maar hoe dunner de buizen hoe groter de kans op een verstopping.

In alle testen die de STOWA in Karlsruhe heeft laten uitvoeren met de daar aanwezige Demo-plant traden verstoppingen op in de warmtewisselaar. Geen enkele test heeft langer dan ca. 8 uur gedraaid. Geplande metingen zijn daar ook deels niet uitgevoerd door het moeten staken van de testen.

Op basis van de resultaten in Karlsruhe is in Brabant besloten een tussenfase in te lassen. STOWA heeft in het rapport dan ook een tabel opgenomen, waarin is aangegeven welke resultaten in die tussenfase behaald zouden moeten worden om verder onderzoek te rechtvaardigen. Van deze tussenfase zijn nog geen resultaten gepubliceerd.

Na afronding van de Stowa proeven bij het KIT werd bekend dat er nog een vierde bedrijf actief is met superkritisch vergassen namelijk SCW te Alkmaar. HHNK heeft nauwe contacten met SCW en er zijn een paar inleidende proeven gedaan naar vergassing van zuiveringsslib. De stand van zaken bij SCW is nu als volgt. De afgelopen 2 jaar hebben zij proeven gedaan met het superkritisch vergassen van crude glycerol in een zogenaamde full-scale model 1 vergasser. Op basis van deze resultaten is afgelopen zomer (2020) met partners de Gasunie en PPGM besloten om 4 full-scale zogenaamde model 2 vergassers te bouwen die volgend jaar juli (2021) moeten draaien. In eerste instantie wordt hier crude glycerol in vergast en de groengasopbrengst is geprognosticeerd op 15

miljoen Nm³ op jaarbasis. SCW is erg gegroeid de afgelopen 2 jaar (40 man personeel) en bezit over eigen labfaciliteiten (mini batchreactoren, pilots, full scale installaties en geavanceerder analyse-apparatuur) en wil graag de stap naar het vergassen van zuiveringsslib maken. Te beginnen met labonderzoek. Daar zal een Stowa onderzoeksvoorstel voor worden geschreven waar partijen breed voor worden uitgenodigd om te participeren. Naast het vergassen zelf ontwikkelt SCW ook een CCU technologie waarbij CO₂ in nuttige producten wordt vastgelegd. Als superkritisch vergassen doorbreekt als technologie komen we in de derde fase Energiefabriek terecht. Dit is de zogenaamde supervariant in het boekje "Waterschappen binnenste buiten". Dit is het boekje waar de term "De Energiefabriek" ooit het daglicht heeft gezien! In de supervariant wordt er dus afscheid genomen van de gistingen. Dat is nu nog een ongelooflijke gedachte maar dat is wel de stip op de horizon waar we als waterschappen en huidige slibverwerkers gezamenlijk naar toe zouden kunnen gaan werken. Dat gaat betekenis hebben voor de broeikasgasemissies rondom de gisting, de bedrijfsvoering van de zuivering, de duurzaamheidsaspecten en de algehele kosten van het zuiveringsproces.

Financieel

Een financiële vergelijking maken tussen superkritisch vergassen en meer conventionele verbrandingstechnieken (mono-verbrandingen en/of drogen en verbranden van gedroogd materiaal) is nu niet mogelijk. Er zijn o.a. in het STOWA rapport wel berekeningen gemaakt, maar er zijn nog veel te veel open vragen bij superkritisch vergassen om daar een business case te kunnen doorrekenen, met een vergelijkbare nauwkeurigheid als voor bestaande technieken.

Duurzaamheid

Over de duurzaamheid van superkritisch vergassen is nog weinig te zeggen. Per onderdeel worden enige overwegingen meegegeven.

Restverontreinigingen verwijderen

Bij superkritisch vergassen ontstaan meerdere producten. Naast het syngas ook een vorm van anorganisch materiaal (asrest) en een waterstroom. Stikstof komt in de waterstroom.

Over het gedrag van zware metalen en andere verontreinigingen is nog weinig bekend. Verwacht mag worden, dat organische verontreinigingen (zoals medicijnresten) omgezet worden. In hoeverre dat ook geldt voor persistente stoffen, zoals stoffen uit de PFAS groep is niet bekend. In een goed werkende demo plant zouden daar metingen aan gedaan moeten gaan worden.

Energie terugwinnen

Ook over de energiebalans kan nog geen conclusie worden getrokken. In het vooronderzoek bij STOWA werd berekend, dat een droge stofgehalte van 20-22% nodig is om energieneutraal te zijn.

Door alle verstoppingsproblemen werden de testen vooralsnog gepland bij lagere gehalten droge stof. De energiebalans is dan iets om later te optimaliseren.

Ook is gesteld, dat vergisten van zuiveringsslib en superkritisch vergassen mogelijk geen goede combinatie is. Het liefst wil je bij superkritisch vergassen een zo hoog mogelijk % organische stof dat omgezet kan worden in syngas. Hier ontstaat dus de vraag: zet superkritisch vergassen of

vergisten organische stof efficiënter om in gas? Net als bij vergisten kost het energie om het slib om te zetten naar gas, maar zit daarna de energie wel in een waardevoller medium. Voorlopig is biogas uit vergisting makkelijker om te zetten naar een verkoopbare gasvorm dan het syngas dat met superkritisch vergassen is geproduceerd.

Grondstoffen terugwinnen

Het is onduidelijk wat de kwaliteit van de zout en as slurry wordt en of daar bijvoorbeeld fosfaat uit teruggewonnen zou kunnen worden.

Wat betreft de gas stroom is deze theoretisch om te zetten naar plastics. In plaats van energie uit het syngas, maak je dan weer nieuwe koolwaterstof ketens. De toepassing van het gas gaat dan dus bepalen of het wel of niet beter scoort op grondstoffen en energie terugwinnen dan verbranding. Dit is een voordeel voor alle vormen van vergassing.

TRL score

Haskoning geeft in de rapportage voor de VvZb aan, dat het een TRL score krijgt van 4 met als belangrijkste aandachtspunten het bewijzen van de technische haalbaarheid en afzet producten. Daarbij schatten ze in dat het nog tot 2030 duurt voor de techniek beschikbaar kan zijn. De TRL score voor het superkritisch vergassen van crude glycerol heeft TRL 6-7.

Conclusie

Doordat er nog onduidelijkheid is over de technische haalbaarheid, valt er nog weinig te concluderen over of deze techniek duidelijk beter scoort dan verbranding. Ook is nog niet duidelijk hoe het gemaakte syngas omgezet kan worden in gas geschikt voor het aardgasnet.

In potentie zijn er voordelen, die moeten alleen nog wel bewezen worden, daarom is het zinvol vervolg te geven aan het onderzoek. Dit doet HVC door deel te nemen aan de begeleidingsgroep van het vervolg op de STOWA rapportage uit 2016. Dit vervolg is een onderzoek gestart in Brabant met een testinstallatie (zie website STOWA). Dit onderzoek zou lopen tot 2018, maar het is tot nu toe stil, dus dat is geen goed teken. Als hier resultaten uit komen, kunnen deze meegenomen worden in de verdere plannen.

Zoals hierboven beschreven gaat SCW volgend jaar 4 full-scale reactoren opstarten met als substraat crude glycerol. De tijd is nu rijp om stappen te zetten op het gebied van het vergassen van zuiveringsslib. In eerste instantie wil SCW dit doen door gedegen labproeven te gaan doen samen met de waterschappen. HHNK gaat hier een Stowa voorstel voor schrijven en andere waterschappen hiervoor uitnodigen.

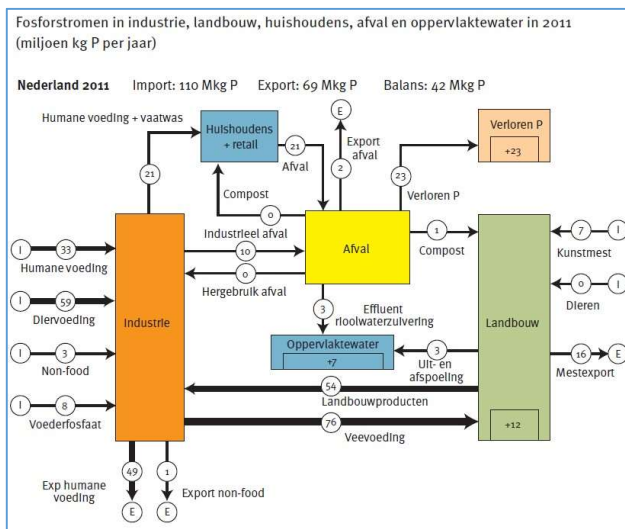
XII. Fosfaatterugwinning

Fosfaat is een schaarse grondstof. Europa is volledig afhankelijk van import van fosfaat(erts) uit landen zoals China en Marokko. Fosfaat is opgenomen in de EU-lijst van “critical raw materials” en staat bij de Nederlandse waterschappen in de top 5 van grondstoffenterugwinning. Grondstoffenterugwinning is een kernpunt in de strategie van de GR-slib en HVC.

In dit kader is het initiatief ontstaan om in de slibketen fosfaat te gaan terugwinnen. Een hoge fosfaatopbrengst (>85%) kan gehaald worden door terugwinning uit de vliegas die overblijft na mono-slibverbranding of de verbranding van slibgranulaat in een bio-energiecentrale.

HVC's visie is:

- Zo efficiënt mogelijk fosfaat terug te winnen uit de slibketen. De hoogste terugwinning percentages worden gehaald via de as-route, en niet via de struviet-route op de rwzi.
- Verantwoordelijkheid in de keten: geen slib direct naar de landbouw, verwijdering/afscheiding van zware metalen
- Samenwerking met anderen in de fosfaatketen (waterschappen, industrie, asleveranciers) zodat kennis en verantwoordelijkheden zo efficiënt mogelijk worden ingezet.
- Eigen processen HVC optimaliseren in lijn met de slibstrategie zodat meer as (en meer fosfaat) kan worden teruggewonnen.
- Participeren in een investering waar nodig, beperken tot as-leverancier waar mogelijk.



- Invoer hoger dan de uitvoer: er is een overschot van 42 kton/jr
 - Waarvan bijna 30 procent accumuleert op landbouwgrond (12 kt/j P),
 - **55 procent gaat verloren via afval (23 kt/j P)**
 - en 15 procent spoelt uit naar het oppervlaktewater (7 kt/j P).
- overmaat P in het milieu leidt o.a. tot overmatige algengroei en verdwijnen van soorten

HVC en SNB verwerken jaarlijks 800 kton aan zuiveringsslib, waarmee circa 60 kt/j aan fosforhoudend SVI as wordt geproduceerd. Daarmee hebben we een grondstof met typisch 25% aan P₂O₅ erin (welke dus 6,5 kt/j aan P representeert). Dit is bijna 30% van de fosfor die in NL via afval verloren gaat

HVC en SNB willen hun aandeelhouders helpen met de grondstoffen doelstelling door dit fosfor terug te winnen en terug in de kringloop te brengen. In eerdere studies is vastgesteld dat recovery van fosfaat uit SVI-as tot 85% te bereiken is via natte uitlogingsprocessen gebruikmakend van zuren (bijv. zoutzuur, zwavelzuur en fosforzuur). Samen willen wij een fabriek in NL (helpen) realiseren om dit te implementeren.