



Eindrapport Slibstrategie

Juni 2016



Management samenvatting

In de zuiveringsstrategie 2030 is de verwachting uitgesproken dat de behandeling van afvalwater over 20 jaar wezenlijk anders gaat. Momenteel is er op rwzi's veel energie nodig om afvalwater schoon te maken en resteren er grote hoeveelheden slib en afvalstoffen. Deze worden nu gestort en/of verbrand. Technisch gezien zijn er ontwikkelingen gaande die oplossingen voor deze problematiek kunnen bieden, echter de kosten zijn vaak nog te hoog om dit (op grote schaal) toe te passen.

Toch willen de waterschappen Noorderzijlvest en Hunze & Aa's de zekerheid van een zo duurzaam mogelijke slibverwerking om zorg te dragen voor vandaag en morgen. Een slibverwerking die valt binnen MJA 3 doelstellingen en het beleidskader duurzaamheid.

Om energiereductie, een verlaging van CO₂ uitstoot en een kostenbesparing te bewerkstelligen is een slibstrategie team samengesteld. Het slibstrategie team heeft (technische) mogelijkheden onderzocht om de huidige slibketen te verduurzamen. Vanuit de onderzochte mogelijkheden is een visie gedefinieerd. Deze visie is de stip op de horizon voor de slibketen van waterschappen Noorderzijlvest en Hunze & Aa's en wordt verderop in dit document toegelicht.

Om praktisch tot de stip op de horizon te komen, is een strategie uitgezet. Deze strategie bestaat uit concrete projecten die vallen binnen het economische, ecologische en sociale duurzaamheidskader dat is weergegeven in de onderstaande tabel. Bij alle voorgestelde projecten wordt beoogd negatieve componenten zo laag mogelijk te houden en positieve componenten te maximaliseren.

	Zo laag mogelijk	Zo hoog mogelijk
Economisch	Kosten	Marktwaaarde product
	Risico's	Flexibiliteit
	Afhankelijkheid derden	Efficiëntie
		Eenvoud
Ecologisch		Zekerheid slibverwerking
	CO ₂ uitstoot	Nutriënten/Kringloopsluiting
	Energie verbruik	Hoogwaardigheid toepassing
Sociaal	Impact op huidige bedrijfsvoering	Draagvlak voor projecten
		Veiligheid

Mogelijkheden

Het slibstrategie team heeft technische mogelijkheden onderzocht die bij kunnen dragen aan een verduurzaming van de slibketen van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's. Om deze mogelijkheden in het juiste perspectief te plaatsen, is allereerst gekeken naar de huidige manier van slibverwerking. Hierbij is ook het huidige slib-eindverwerkingscontract met SC Technology geëvalueerd. Vervolgens zijn slib-eindverwerkingsaanbestedingen bij andere waterschappen bekeken en zijn de bestaande mogelijkheden voor slib-eindverwerking met elkaar vergeleken. Naast mogelijkheden om mechanisch ontwaterde slibkoek aan verschillende partijen te leveren is ook onderzocht welke technische optimalisatie mogelijkheden er zijn voor Noorderzijlvest en Hunze & Aa's om zelf uit te voeren. Nadat ook de resultaten uit de slibstrategie van de Noordelijke waterschappen in overweging zijn genomen, heeft het slibstrategie team geconcludeerd welke mogelijkheden het meest interessant zijn.

Overwegingen

In de huidige situatie komt het grootste deel van de kosten uit de slibketen voort uit slibdroging en slib-eindverwerking. Hiervoor is momenteel een contract met SC Technology dat eind 2017 afloopt. Binnen dit contract draagt SC Technology zorg voor droging en levering van het gedroogde materiaal aan de eindverwerker ENCI. Deze eindverwerker verbrand het slib in haar cement fabriek in Maastricht, waarbij de verbrandingsas gebruikt wordt als grondstof voor cement productie. Zoals weergegeven in de onderstaande tabel zijn de jaarlijkse kosten¹ voor deze manier van slib-eindverwerking 5.280.000 Euro/jaar en resteert 10.800.000 kWh/jaar aan netto energie.

Post	Energie (kWh/jaar)	Kosten (Euro/jaar (Incl. Btw.))
Aardgas	27.500.000	2.050.000
Elektriciteit	3.600.000	360.000
Vaste kosten	-	2.270.000
Transport	3.100.000	600.000
Afzet droog slib	-45.000.000	-
Totaal	-10.800.000	5.280.000

In de bovenstaande tabel is te zien dat het gedroogde slib 45.000.000 kWh/jaar aan energie levert bij eindverwerking. Hierbij wordt het slib ingezet als steenkool vervangende brandstof. Hoewel een significante hoeveelheid aardgas wordt verbruikt voor het drogen van het slib, wordt in de huidige slibverwerkingsketen netto 10.800.000 kWh/jaar aan energie geproduceerd.

Terwijl energie uit slib wordt gewonnen, zijn er nog steeds kosten verbonden aan slibverwerking. Dit heeft vooral te maken met de relatief hoge aardgas en vaste kosten.

¹Deze kosten zijn gebaseerd op het huidige slibverwerkingscontract met SC Technology.

Om de kosten voor slibverwerking in perspectief te plaatsen is een vergelijk gemaakt met slibverwerkingskosten bij andere waterschappen. Hierbij is terug gegaan naar de basis van waterzuivering door te kijken naar de kosten die slibverwerking met zich mee brengt per inwoners equivalent (i.e.).

Waterschap	i.e.'s	Kosten slibverwerking (Euro/jaar)	Kosten (Euro/i.e.)
Aa en Maas	1.416.755	11.415.067	8,06
Amstel, Gooi en Vecht	1.812.928	12.811.465	7,07
Brabantse Delta	1.169.969	13.048.665	11,15
De Dommel	1.390.703	13.002.959	9,35
De Stichtse Rijnlanden	1.193.793	6.749.271	5,65
Delfland	1.516.403	11.371.277	7,50
Wetterskip Fryslân	989.007	10.031.592	10,14
Groot Salland	564.162	3.697.694	6,55
Hollands Noorderkwartier	1.317.132	13.131.321	9,97
Hollandse Delta	1.309.005	14.051.000	10,73
Noorderzijlvest + Hunze & Aa's	1.041.648	8.400.793	8,06
Reest en Wieden	427.664	3.201.517	7,49
Regge en Dinkel	963.661	6.047.934	6,28
Rijn en IJssel	995.095	6.599.815	6,63
Rijnland	1.558.942	12.473.552	8,00
Rivierenland	1.356.133	12.237.680	9,02
Scheldestromen	571.039	3.746.446	6,56
Schieland en de Krimpenerwaard	551.638	5.137.062	9,31
Vallei en Veluwe	2.081.130	14.154.187	6,80
Velt en Vecht	382.188	3.006.990	7,87
Waterschapsbedrijf Limburg	1.914.900	14.400.627	7,52
Zuiderzeeland	592.514	5.217.512	8,81
Gemiddeld	1.141.655	9.269.747	8,12

De bovenstaande tabel laat zien dat Noorderzijlvest en Hunze & Aa's met 8,06 Euro/i.e. in de meest recente benchmark onder de landelijk gemiddelde kosten van 8,12 Euro/i.e. zitten, maar boven de minimale kosten van 5,65 Euro/i.e. blijven. Bij deze bedragen moet in acht genomen worden dat de totaal gerapporteerde kosten, de kosten voor slibverwerking zijn. Dit zijn dus niet alleen de kosten voor slib-eindverwerking. Naast slib-eindverwerking worden er kosten gemaakt voor slibtransport en mechanisch ontwateren van het slib.

Hoewel de slibverwerkingskosten tegenover die van andere Nederlandse waterschappen relatief goed zijn, heeft het slibstrategie team gekeken naar mogelijkheden om de kosten verder te reduceren en de netto energieopbrengst van het geproduceerde slib te verhogen. Hiervoor zijn alle mogelijke opties overwogen en is gekeken naar opties die blijvende flexibiliteit op het gebied van slib-eindverwerking bieden. Flexibiliteit is hier van groot belang, omdat de Nederlandse waterschappen de wens hebben uitgesproken om op termijn nutriënten en andere waardevolle stoffen uit slib te willen winnen. Echter, het slibstrategie team heeft huidige mogelijkheden onderzocht en is tot de conclusie gekomen dat grondstof- en nutriëntterugwinning momenteel niet kostendekkend uitgevoerd kan worden. Slib inzetten als biobrandstof is daarom naar verwachting voor de komende 10 tot 15 jaar de beste optie.

Hoewel momenteel al energie uit slib wordt gewonnen, brengt slibdroging en slib-eindverwerking nog steeds relatief hoge kosten met zich mee. Om deze reden heeft het slibstrategie team onderzocht hoe de waarde van slib verder verhoogd kan worden. Hierbij is geconcludeerd dat een gedroogd product de hoogste economische en ecologische waarde heeft. Zeker wanneer dit product ingezet wordt om fossiele brandstoffen te vervangen. Ook biedt droging de hoogste mate van flexibiliteit, omdat transportkosten voor gedroogd product significant lager zijn dan voor nat product (er moet dan immers water getransporteerd worden). Door het vergroten van de mogelijke transportafstand van het product, kan het ingezet worden in verschillende energie opwekkende installaties. Zo kan het nog steeds ingezet worden voor cement productie, maar kan het ook bijgestookt worden in een energiecentrale. Bijvoorbeeld in de nieuwe RWE-Essent centrale in de Eemshaven die al een vergunning heeft voor het bijstoken van slib of bij de reststofenergiecentrale van EEW in Farmsum. Daarnaast biedt gedroogd product de beste mogelijkheden om nutriënten en andere grondstoffen uit te winnen wanneer hier in de toekomst kosteneffectieve mogelijkheden voor op de markt komen.

Visie

Slib kan de komende 10 tot 15 jaar het beste ingezet worden als biobrandstof. Hoewel gedroogd slib in het huidige verwerkingscontract met SC Technology kostenneutraal wordt afgezet, verwacht het slibstrategie team dat gedroogd slib in de huidige tijd economische waarde heeft. Om dit product met economische waarde kosteneffectief en milieuvriendelijk te produceren, dienen droogkosten zo laag mogelijk te zijn en dient de manier van slibdroging zo weinig mogelijk energie te verbruiken. Met deze overwegingen in het achterhoofd is door het slibstrategie team de volgende visie neergezet:

- Noorderzijlvest en Hunze & Aa's zijn de eerste waterschappen die vanaf 2018 slib als product met economische waarde in de markt gaan zetten als duurzame energiebron. Hierdoor hebben Noorderzijlvest en Hunze & Aa's de laagste slibverwerkingskosten per i.e. van Nederland. Daarnaast hebben Noorderzijlvest en Hunze & Aa's ecologisch de beste slibverwerkingsketen. Zo heeft de slibketen de laagste CO₂ uitstoot van Nederland.

Strategie

Om te komen tot de laagste slibverwerkingskosten per i.e. zijn vele mogelijkheden onderzocht die beschreven staan in deze rapportage. Uit de mogelijkheden komen de volgende projecten naar voren die elkaar versterken en allen bijdragen aan slibketenbrede kostenreductie en energiebesparing. Het advies van het slibstrategie team is om deze projecten uit te voeren:

- Gruisontwatering inzetten voor het verhogen van het mechanisch slibontwateringsrendement
- Membraanfilterpersen inzetten ter vervanging van de huidige Kamerfilterpersen voor het verder verhogen van het mechanisch slibontwateringsrendement
- Ultra lage temperatuur droging inzetten voor kosteneffectieve droging van het slib eindproduct

Omdat de bovenstaande maatregelen elkaar versterken, is het niet relevant om in deze management samenvatting individuele business cases te laten zien. Om deze reden wordt in deze management samenvatting alleen de totale business case van de voorgestelde deelprojecten voorgedragen. Wel wordt hieronder per deelproject kort toegelicht wat de uitkomsten zijn bij uitvoering.

Gruisontwatering

Door het inzetten van kolengruisdeeltjes voor mechanische ontwatering van slib, wordt de absolute hoeveelheid water die verdampt dient te worden bij slibdroging met 20% gereduceerd. Het idee achter gruisontwatering is dat kolengruis wordt ingezet dat toch al verbrand gaat worden voor energie opwekking. Het kolengruis wordt hierbij dus geleend, ingezet voor mechanische ontwatering en vervolgens als gedroogd product met biomassa terug geleverd ten behoeve van energie opwekking.

Membraanfilterpersen

Membraanfilterpersen kunnen slib verder ontwateren dan de huidige kamerfilterpersen. Zo wordt slib momenteel ontwaterd tot 26% droge stof (d.s.) en kan met een membraanfilterpers 30% droge stof behaald worden. Daarnaast is het zo dat gruisontwatering met de huidige kamerfilterpersen een d.s. gehalte oplevert van 34%. Met membraanfilterpersen i.c.m. gruisontwatering is dit d.s. gehalte 38%. Hierdoor hoeft in de laatstgenoemde situatie zo'n 35% minder water verdampt te worden bij slibdroging.

Ultra lage temperatuur droging

Wanneer ultra lage temperatuur droging ULTD ingezet wordt, kan slib gedroogd worden op een temperatuur van 40°C. Dit is aanzienlijk lager dan de temperatuur van de aardgas ge-

stookte installatie van SC Technology van 400°C. De ULTD installatie is een gesloten systeem dat gebruik maakt van warmtepompen en condensatie energie na waterverdamming terug wint. Het terugwinnen van condensatie energie maakt dat de energie efficiëntie van de ULTD droger extreem hoog is. Daarnaast maakt het feit dat het systeem gesloten is, dat er geen afgas behandeling nodig is. Dit zorgt ervoor dat ook investeringskosten in vergelijking met andere slibdroogtechnologieën laag zijn. De installatie is getest op rwzi Garmerwolde. Uit de testen kwam naar voren dat de installatie robuust is en opereerbaar is door de aanwezige operators op rwzi Garmerwolde.

Business case

Onderstaande tabel geeft kengetallen voor de totale business case van Gruis - Membraanfilterpersen - ULTD.

	Huidige situatie	Nieuwe situatie	
Energie verbruik	-18.000.000	-37.800.000	kWh/jaar
CO2 uitstoot	-2.600	-8.500	ton/jaar
Kosten per i.e.	8,06	6,48	Euro (Incl. Btw.)
Investeringskosten	NVT	23.000.000	Euro (Incl. Btw.)
Besparing variabele kosten	NVT	3.600.000	Euro/jaar (Incl. Btw.)
Kapitaallast	NVT	2.000.000	Euro/jaar (Incl. Btw.)
Kosten totaal	8.400.000	6.800.000	Euro/jaar (Incl. Btw.)

Om de tabel op te stellen is de gehele slibketen door het slibstrategie team doorgerekend. Hierbij is voor investeringskosten en de besparing op variabele kosten, CO₂ uitstoot en energie verbruik altijd uitgegaan van een worst case scenario. Dit betekent dat het worst-case scenario dat weergegeven is in de bovenstaande tabel naar verwachting in de praktijk gunstiger zal uitpakken.

Verder is te zien in de tabel dat de verwachte slibverwerkingskosten per i.e. 6,48 Euro zijn. Dit houdt in dat door het inzetten van de voorgestelde projecten, Noorderzijlvest en Hunze & Aa's de op 2 na laagste slibverwerkingskosten van Nederland krijgen op basis van het worst case scenario. Het is de verwachting van het slibstrategie team dat Noorderzijlvest en Hunze & Aa's in de praktijk de laagste slibverwerkingskosten van Nederland zullen hebben na implementatie van de voorgestelde projecten. Dit, omdat zowel voor investeringskosten als variabele kosten van een worst case scenario uitgegaan wordt. Het is niet aannemelijk dat dit zogenaamde dubbele worst case scenario uit komt.

Uitvoering

Er wordt voorgesteld om zo snel mogelijk gruisontwatering te implementeren in combinatie met het vervangen van de huidige kamerfilterpersen door membraanfilterpersen. Deze bewezen technologieën vergen een minimale verandering in de huidige bedrijfsvoering van het slib bedrijf. Daarnaast zijn de huidige kamerfilterpersen aan vervanging toe. Het vervangen van de kamerfilterpersen door betere membraanfilterpersen kan dus als een noodzakelijke vervangingsinvestering gezien worden.

Het inzetten van ULTD vergt echter een verandering in bedrijfsvoering. In de huidige situatie wordt slibkoek mechanisch ontwaterd, waarna de koek opgevangen wordt in containers. Het mechanisch ontwateren en koeklossen is een discontinue vorm van bedrijf. De gevulde containers worden met een vrachtwagen naar SC Technology gebracht. ST Technology vangt de slibkoek op in grote bunkers, waarna de slibkoek in een continue vorm gedroogd kan worden.

Wanneer ULTD in eigen beheer wordt toegepast, zal de discontinue operatie van de mechanische ontwatering aangesloten moeten worden op de continu bedreven drogers. Met deze voor het waterschap nieuwe manier van bedrijfsvoering is geen ervaring. Om kennis en ervaring op te doen met de nieuwe situatie wordt voorgesteld de drogers in twee fasen te plaatsen:

- Fase 1: Een kleine droger van 250 kg waterverdamping per uur
- Fase 2: De totaal benodigde droogcapaciteit van 4 ton per uur

Doordat het project in twee fasen uitgevoerd wordt, kan een optimaal ontwerp gemaakt worden in fase 2. Dit, op basis van de in fase 1 opgedane kennis en ervaring.

Budgetaanvraag

Project	Budget (Euro (Incl. Btw.))	Jaar van realisatie
Gruisontwatering	500.000	2016
Membraanfilterpersen	7.800.000	2017
ULTD Fase 1	1.000.000	2017
ULTD Fase 2	13.700.000	2019
Totaal	23.000.000	-

Uit de bovenstaande tabel valt af te leiden dat de consequentie van het opsplitsen in fases van het ULTD project is, dat het contract met SC Technology met 2 jaar verlengt dient te worden, of via tendering tijdelijk een alternatieve slibverwerkingsroute gezocht zal moeten worden. Het slibstrategie team heeft deze consequentie afgewogen tegen het risico om in een keer de totale ULTD installatie met alle randapparatuur en logistieke benodigdheden te plaatsen. Gezien het feit dat het op een nieuwe wijze inzetten van bewezen ULTD technologie een investering vergt van 14.700.000 Euro (Incl. Btw.), wordt toch een stapsgewijze implementatie geadviseerd aan het bestuur.

W.G. Poiesz
 O.B. Kluiving
 E. Buwalda
 H. De Vries
 A.J. Haijer
 F. Klein Woolthuis
 R. Jongejans

Inhoudsopgave

Management samenvatting	i
Mogelijkheden	ii
Overwegingen	ii
Visie	iv
Strategie	v
Gruisontwatering	v
Membraanfilterpersen	v
Ultra lage temperatuur droging	v
Business case	vi
Uitvoering	vii
Budgetaanvraag	viii
Inhoudsopgave	ix
1 Achtergrond	1
1.1 Huidige situatie	1
Overzicht slibketen	2
2 Doel	5
3 Mogelijkheden	7
3.1 Huidige slibketen	7
Ingaande slibstromen (onvergist)	8
Indikking	8
Gisting en WKK's	9
Extern vergist slib	10
Ontwatering	10
Droging - transport - Eindverwerking	10
Overzicht slibketen	11
3.2 Evaluatie huidig contract met SC Technology	12
3.3 Evaluatie aanbestedingen slib-eindverwerking bij andere waterschappen	14
3.4 Mogelijkheden slib-eindverwerking	15

Slib-monoverbranding	15
Slib-coverbranding	15
Slib afzet in de bodembouw	17
3.5 Overzicht technische mogelijkheden (intern)	19
3.6 Optimalisatie van de huidige indikking, gisting en ontwatering	20
3.7 Mechanische ontwatering middels membraanfilterpersen	20
3.8 Gruisontwatering	21
3.9 Gebruik restwarmte	23
Restwarmte van industrieën	24
Restwarmte van Garmerwolde	26
3.10 Thermofiele vergisting - Thermische drukhydrolyse	27
3.11 Groen gas	27
3.12 Fosfaatterugwinning	28
3.13 Vervanging FeCl_3 door MgCl_2 en/of $\text{Mg}(\text{OH})_2$	29
3.14 Fijnzeven - CADOS	29
3.15 Pasturi Destructie	30
3.16 Alginaten - Bioplastics	30
3.17 Vergassing	31
3.18 Hogedruk gisting - Bareau	32
3.19 Ultra lage temperatuur droging	32
Warmtepompen in gesloten systeem	32
Inzetten restwarmte WKK's	34
3.20 Resultaten slibstrategie studie Noordelijke waterschappen	35
3.21 Conclusies	36
4 Visie	39
4.1 Visie slibverwerking Noorderzijlvest en Hunze & Aa's	39
5 Strategie	41
5.1 Uitvoering slibstrategie	42
Gruisontwatering	43
Membraanfilterpersen	43
ULTD	44

Achtergrond

Maatschappelijke ontwikkelingen, zoals kostenbewustzijn, aandacht voor duurzaamheid, hogere milieu-eisen en klimaatverandering maken dat er anders tegen het zuiveren wordt aangekeken dan voorheen. Zo'n twintig jaar geleden ging het nog vooral om het technisch zuiveren van afvalwater. Nu wordt er ook gekeken naar principes zoals het voorkomen van vervuiling, het scheiden van vervuilende stoffen en het (terug)winnen van grondstoffen en energie. De vooruitgang in techniek maakt zowel op de zuivering als op lokaal niveau een andere aanpak van afvalstromen mogelijk.

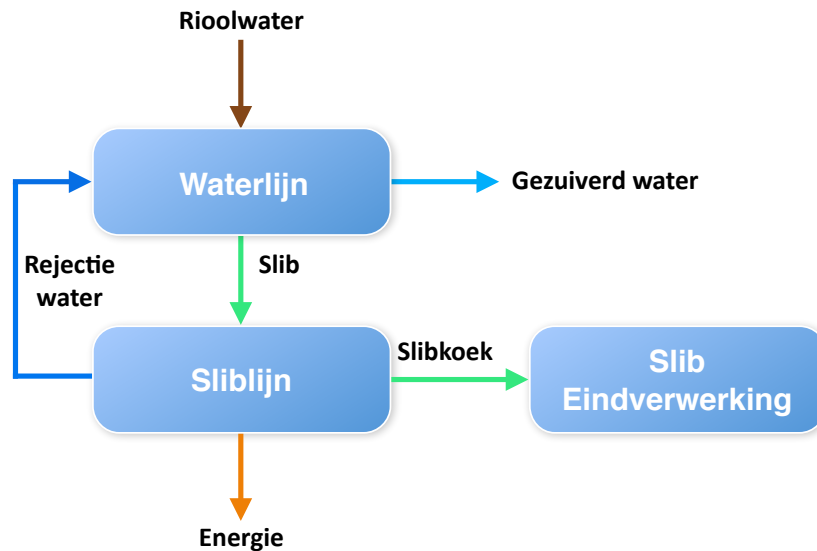
Tot voor kort was er echter bij waterschappen Noorderzijlvest en Hunze & Aa's voor de korte en midden lange termijn geen duidelijke strategie geformuleerd hoe omgegaan dient te worden met de slibproductie die voortkomt uit biologische afvalwaterzuivering.

1.1 Huidige situatie

In de huidige manier van afvalwaterzuivering wordt afvalwater, binnenkomend uit het rioolstelsel, gezuiverd middels biologische processen. In deze processen zetten micro organismen voornamelijk de koolstofvracht in het water om in CO_2 en N_2 . Bij deze omzetting, groeien en vermeerderen de micro-organismen zichzelf. Deze processen vinden plaats in de zogenaamde waterlijn van een rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi). Het gezuiverde water dat uit de waterlijn van een rwzi komt, wordt geloosd op het oppervlaktewater. Het overschot aan micro-organismen en niet organische materie wordt slib genoemd. Dit slib wordt verder verwerkt in de sliblijn van een rwzi zoals weergegeven in figuur 1.1.

In de sliblijn wordt een gedeelte van de organische fractie van het slib omgezet in biogas door middel van gisting. Dit biogas wordt vervolgens met behulp van WKK's omgezet in energie. De overblijvende fractie van het slib wordt mechanisch ontwaterd. Het mechanisch ontwaterde slib wordt slibkoek genoemd. Deze slibkoek wordt vervolgens geleverd aan een externe

partij die de slib-droging en slib-eindverwerking voor haar rekening neemt.



Figuur 1.1: Waterzuivering (schematisch)

Een groot deel van de kosten die gepaard gaan met rioolwaterzuivering komt voor rekening van de sliblijn en slib eindverwerking. Tezamen worden de sliblijn en slib eindverwerking, de slibketen genoemd.

Overzicht slibketen

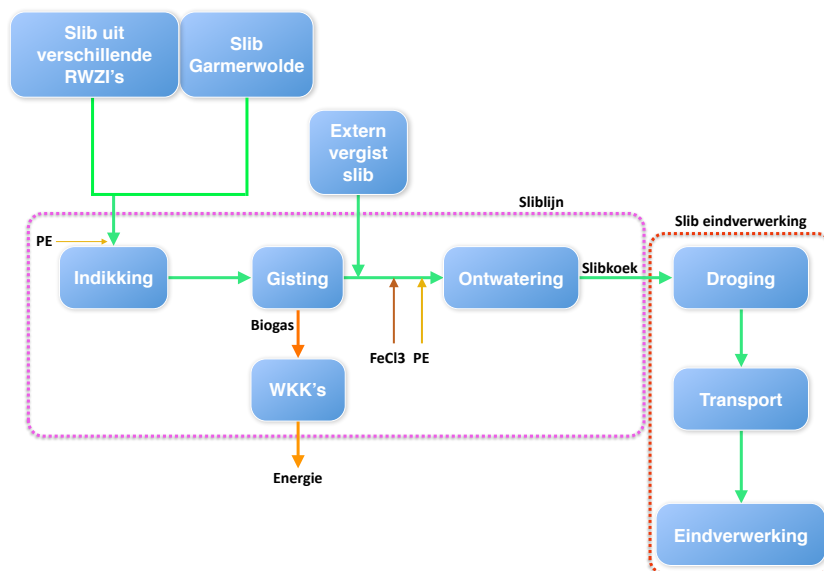
Voor Noorderzijlvest en Hunze & Aa's ziet de slibketen eruit zoals schematisch weergegeven in figuur 1.2. De figuur laat zien dat slib uit waterlijnen van lokale rwzi's en rwzi Garmerwolde, de centrale sliblijn binnen komt. Dit slib wordt vervoerd met vrachtwagens.

De slibstromen kunnen onderverdeeld worden in onvergist en vergist slib. Onvergist slib wordt in Garmerwolde ingedikt en vergist. Het biogas dat voortkomt uit gisting wordt middels WKK's omgezet in energie. Waterschap Hunze & Aa's heeft lokale gistingen staan in Assen, Scheemda en Veendam. Het vergiste slib uit deze gistingen wordt samengevoegd met het op Garmerwolde vergiste slib om verder mechanisch te worden ontwaterd.

Het is te zien in figuur 1.2 dat voor indikking en mechanische ontwatering de conditioneringsmiddelen FeCl_3 en PE worden gebruikt. Deze conditioneringsmiddelen vormen een significante kostenpost binnen de slibketen.

Het product van de mechanische ontwateringsstap wordt slibkoek genoemd. Deze slibkoek wordt verwerkt in de slib eindverwerkingsketen (figuur 1.2). Voor Noorderzijlvest en Hunze & Aa's bestaat deze keten uit thermisch drogen met aardgas (SC Technology), transport van het gedroogde materiaal en co-verbranding bij een cement fabriek (ENCI Maastricht).

In tabel 1.1 wordt het totaal overzicht van de huidige slibketen gegeven met betrekking tot



Figuur 1.2: Slibketen Noorderzijlvest en Hunze & Aa's (schematisch)

energie, CO₂ en variabele kosten. Voor het berekenen van de variabele kosten uit tabel 3.1 zijn alleen kosten voor energie, conditioneringsmiddelen en slib eindverwerking meegenomen.

Tabel 1.1: Overzichten slibketen

	Energie (kWh/jaar)	CO ₂ (ton/jaar)	Kosten (Euro/jaar (Incl. Btw.))
Indikking	60.000	1.240	190.000
Gisting - WKK's	-8.150.000	-1.300	-700.000
Ontwatering	890.000	5.700	900.000
Droging - transp. - Eindverw.	-10.800.000	-8.240	5.280.000
Totaal	-18.000.000	-2.600	5.670.000

Uit tabel 1.1 valt op te maken dat de gisting en WKK's een negatieve energie balans hebben. Dit komt, doordat een groot gedeelte van de energie die hier geproduceerd wordt, ingezet wordt voor het verwarmen van de slibhal en het laten draaien van elektrische apparatuur op Garmerwolde. Hierdoor kan inkoop van aardgas en elektriciteit worden vermeden, resulteren in een CO₂ en kostenvoordeel.

Uit tabel 1.1 valt verder op te maken dat in totaal ongeveer 5.280.000 Euro per jaar aan variabele kosten gemaakt wordt voor slib eindverwerking. Omdat deze kosten een aanzienlijk deel vormen van de rioolwaterzuiveringskosten voor Noorderzijlvest en Hunze & Aa's, is het wenselijk deze kosten te reduceren.

Ook is te zien in tabel 1.1 dat er ongeveer 18.000.000 kWh/jaar aan energie geleverd wordt bij de verwerking van slib. Men dient zich daarom te realiseren dat zelfs met de huidige slibketen waarin aardgas ingezet wordt voor de droging van slib, netto energie geleverd wordt.

Dit maakt dat de centrale vraag omtrent de slibverwerking van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's is:

Hoe kunnen we de komende tijd energieproductie en CO₂ uitstoot optimaliseren en tegelijkertijd kosten reduceren binnen de slibketen van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's?"

HOOFDSTUK 2

Doel

In de zuiveringsstrategie 2030 is de verwachting uitgesproken dat de behandeling van afvalwater over 20 jaar wezenlijk anders gaat. Momenteel is er op rwzi's veel energie nodig om afvalwater schoon te maken en er resteren grote hoeveelheden slib en afvalstoffen. Deze worden nu gestort en/of verbrand. Technisch gezien zijn er veel ontwikkelingen gaande die oplossingen voor deze problematiek kunnen bieden, echter de kosten zijn vaak nog te hoog om dit (op grote schaal) toe te passen.

Toch willen de waterschappen Noorderzijlvest en Hunze & Aa's de zekerheid van een zo duurzaam mogelijke slibverwerking om zorg te dragen voor vandaag en morgen. Een slibverwerking die valt binnen MJA 3 doelstellingen en het beleidskader duurzaamheid.

Om energie optimalisatie, een reductie in CO₂ uitstoot en een kostenreductie te bewerkstelligen is een slibstrategie team samengesteld. Het slibstrategie team heeft (technische) mogelijkheden onderzocht om de huidige slibketen te verduurzamen. Vanuit de onderzochte mogelijkheden is een visie gedefinieerd. Deze visie is de stip op de horizon voor de slibketen van waterschappen Noorderzijlvest en Hunze & Aa's.

Om praktisch tot de stip op de horizon te komen, is een strategie uitgezet. Deze strategie bestaat uit concrete projecten die vallen binnen het economische, ecologische en sociale duurzaamheidskader dat is weergegeven in tabel 2.1. Bij alle voorgestelde projecten wordt beoogd negatieve componenten zo laag mogelijk te houden en positieve componenten te maximaliseren.

Tabel 2.1: Duurzaamheid concreet

	Zo laag mogelijk	Zo hoog mogelijk
Economisch	Kosten Risico's Afhankelijkheid derden	Marktwaaarde product Flexibiliteit Efficiëntie Eenvoud Zekerheid slibverwerking
Ecologisch	CO ₂ uitstoot Energie verbruik	Nutriënten/Kringloopsluiting Hoogwaardigheid toepassing
Sociaal	Impact op huidige bedrijfsvoering	Draagvlak voor projecten Veiligheid

Mogelijkheden

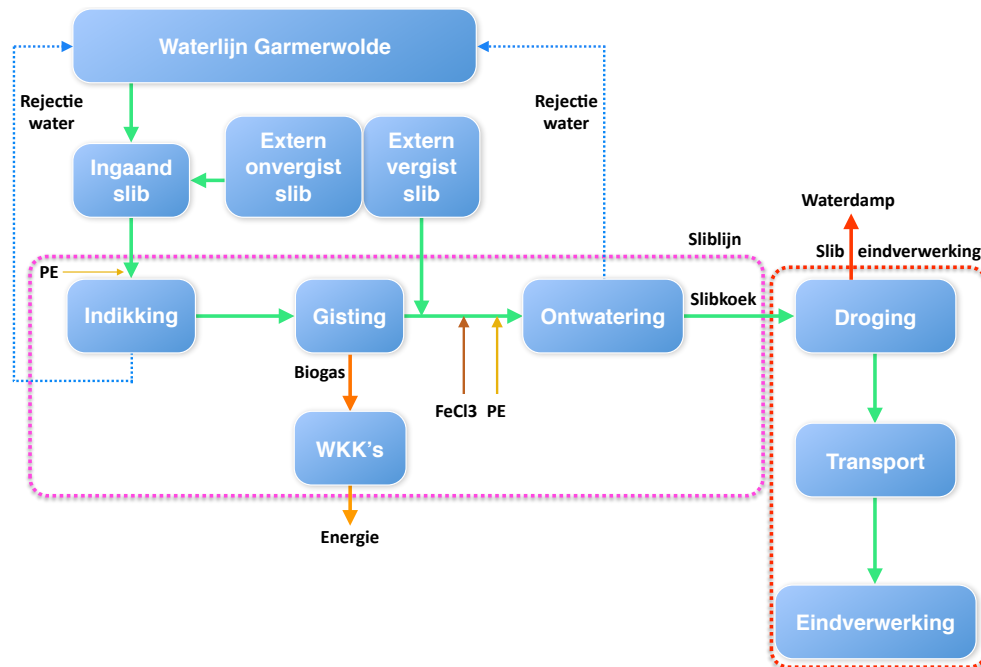
De werkzaamheden van het slibstrategie team zijn gestart in 2013. Hierbij zijn technische mogelijkheden onderzocht die bij kunnen dragen aan een verduurzaming van de slibketen van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's. Om deze mogelijkheden in het juiste perspectief te plaatsen, is allereerst gekeken naar de huidige manier van slibverwerking. Hierbij is ook het huidige slib-eindverwerkingscontract met SC Technology geëvalueerd. Vervolgens zijn slib-eindverwerkingsaanbestedingen bij andere waterschappen bekeken en zijn de bestaande mogelijkheden voor slib-eindverwerking met elkaar vergeleken.

Naast mogelijkheden om mechanisch ontwaterde slibkoek aan verschillende partijen te leveren is ook onderzocht welke technische optimalisatiemogelijkheden er zijn voor Noorderzijlvest en Hunze & Aa's om zelf uit te voeren. Nadat ook de resultaten uit de slibstrategie van de Noordelijke waterschappen in overweging zijn genomen, heeft het slibstrategie team geconcludeerd welke mogelijkheden het meest interessant zijn.

3.1 Huidige slibketen

Figuur 3.1 geeft de huidige slibketen van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's schematisch weer. Te zien in de figuur is dat het slib dat binnenkomt eerst ingedikt wordt. Dit ingaande slib is zowel afkomstig van rwzi Garmerwolde als afkomstig van externe zuiveringen van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's. Na indikking, wordt het slib vergist. Biogas wat in de gisting vrij komt, wordt ingezet in WKK's voor het genereren van elektriciteit en warmte.

Vervolgens wordt aan het lokaal uitgediste slib extern vergist slib van Hunze & Aa's locaties Assen, Scheemda en Veendam toegevoegd, waarna het slib middels kamerfilterpersen ontwaterd (26% d.s.) wordt. De geproduceerde slibkoek wordt met behulp van aardgas gedroogd (91% d.s.) door SC Technology, waarna het per vrachtwagen vervoerd wordt naar de eindverwerker ENCI. Deze eindverwerker verbrand het slib en gebruikt de verbrandingsgas als grondstof voor cement productie.



Figuur 3.1: Slibketen (schematisch)

Ingaande slibstromen (onvergist)

Voor het opstellen van business cases rondom mogelijke projecten is de huidige situatie van slibverwerking voor de waterschappen Noorderzijlvest en Hunze & Aa's zowel kwalitatief als kwantitatief in kaart gebracht. Hierbij is uitgegaan van 372.700¹ ton/jaar aan onvergist slib met een d.s. gehalte van 2,1% dat richting de indikking op Garmerwolde gaat. Dit slib is afkomstig van externe zuiveringen van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's en van rwzi Garmerwolde zelf. De organisch d.s. fractie in deze totale slibstroom is 68,7%.

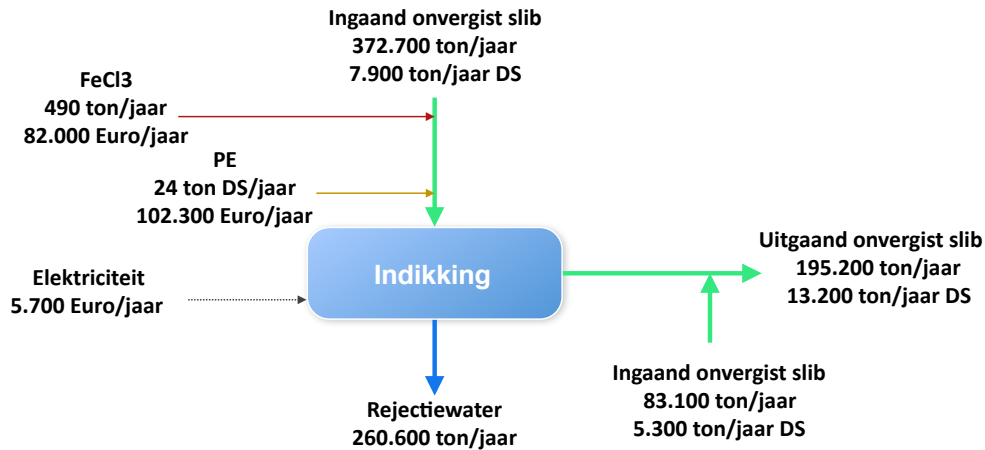
Indikking

Het slib dat de slibketen binnen komt, wordt als eerste ingedikt tot 7% d.s. middels band-indikkers. Massastromen en relevante kosten van deze indikkingsstap staan weergegeven in figuur 3.2.

Voor indikking wordt PE gebruikt als vlokmiddel. Daarnaast wordt het conditioneringsmiddel FeCl₃ gebruikt. Het rejectiewater van de indikkers wordt teruggevoerd naar de waterlijn van rwzi Garmerwolde.

Te zien in figuur 3.2 is dat 83.100 ton/jaar aan slib wordt toegevoegd na indikking. Omdat het gemiddelde d.s. gehalte van deze slibstromen op 6,4% ligt, behoeven deze slibstromen niet verder ingedikt te worden.

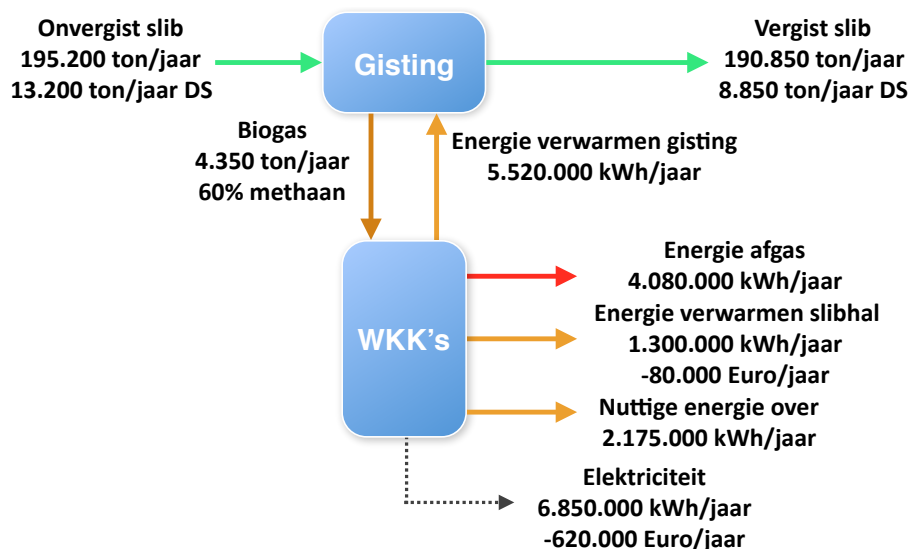
¹Referentiejaar 2012



Figuur 3.2: Slibindikking (schematisch)

Gisting en WKK's

Vanuit de indikkingstap wordt het slib naar de twee-traps gisting gebracht. Hier wordt 4.350 ton/jaar organische droge stof omgezet in biogas. Het biogas wordt vervolgens in de WKK's omgezet in nuttige (bruikbare) warmte, afvalwarmte en elektriciteit. De nuttige warmte wordt ingezet om de gistingstanks te verwarmen en om de slibhal te verwarmen. Op deze manier wordt bij de slibhal 80.000 Euro/jaar aan aardgas bespaard zoals weergegeven in figuur 3.3. Ook laat de figuur zien dat de WKK's 6.850.000 kWh/jaar aan elektriciteit produceren.



Figuur 3.3: Gisting en WKK's (schematisch)

De werkelijke elektriciteitsproductie van de WKK's ligt hoger dan aangegeven in figuur 3.3.

Het deel van de elektriciteit dat niet is opgenomen in figuur 3.3 wordt gebruikt door de WKK's en apparatuur rondom de gistingen. Het is te zien in de figuur dat de WKK's ervoor zorgen dat 620.000 Euro/jaar aan elektriciteitskosten vermeden worden.

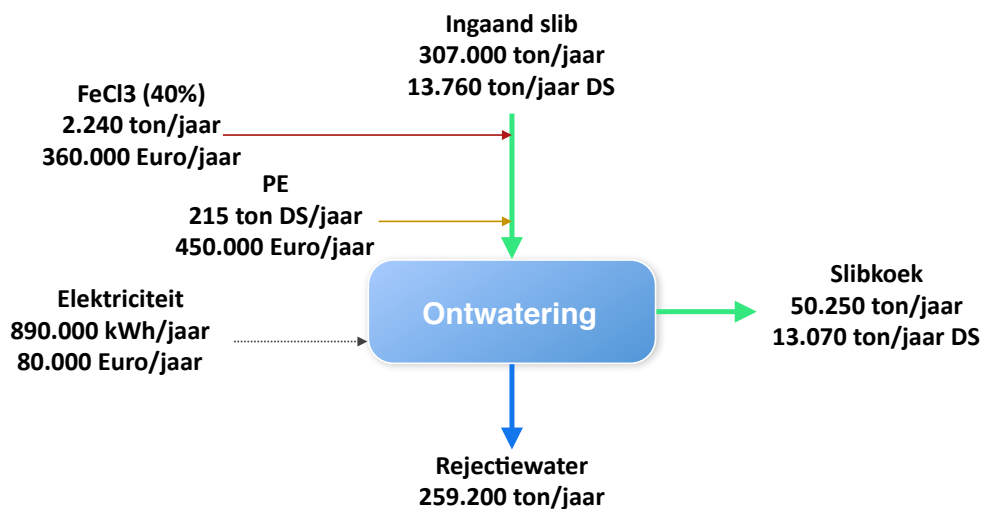
Als laatste is er 2.175.000 kWh/jaar aan nuttige warmte over en verlaat 4.080.000 kWh/jaar de WKK's in de vorm van afgassen.

Extern vergist slib

Na de gisting wordt 116.150 ton/jaar (4,2% d.s.) extern vergist slib toegevoegd. Dit slib is afkomstig van gistingen in Scheemda, Assen en Veendam. De totale slibstroom die richting de ontwatering gaat komt hiermee op 307.000 ton/jaar (4,5% d.s.).

Ontwatering

Al het vergiste slib komt binnen bij de ontwateringsstap. In deze stap worden 5 kamerfilterpersen ingezet om het slib te ontwateren tot 26% d.s. zoals weergegeven in figuur 3.4.

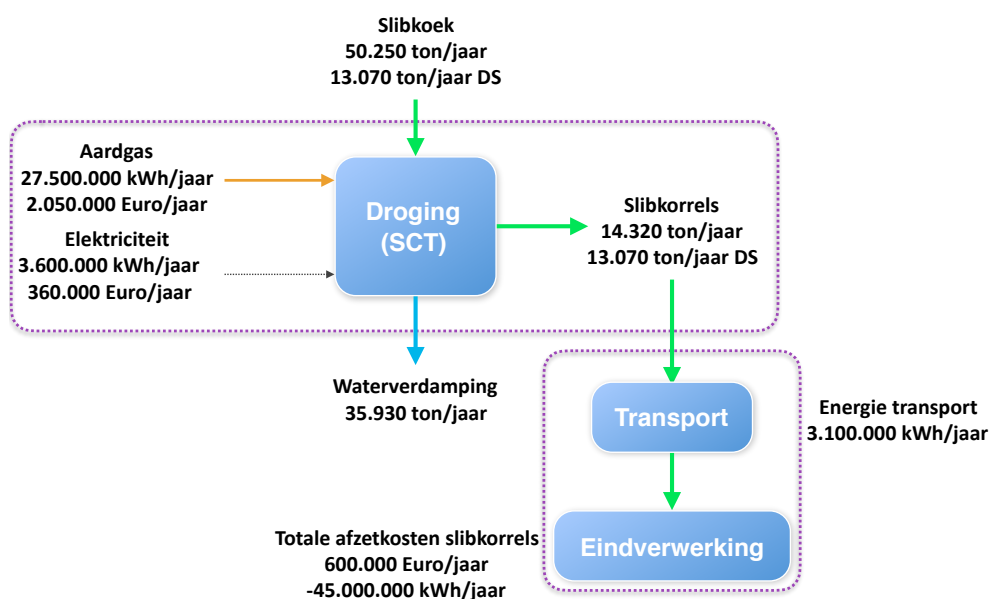


Figuur 3.4: Ontwatering (schematisch)

Figuur 3.4 laat zien dat 360.000 Euro per jaar wordt uitgegeven aan coagulant dosering (FeCl₃). Daarnaast wordt 450.000 Euro/jaar uitgegeven aan flocculant dosering (PE). Als laatste bedragen de elektriciteitskosten voor alle kamerfilterpersen ongeveer 80.000 Euro/jaar.

Droging - transport - Eindverwerking

Vanuit de ontwateringsstap wordt slibkoek gedroogd middels aardgas in de installatie van SC Technology in Garmerwolde, waarna het gedroogde materiaal getransporteerd wordt naar de cementfabriek ENCI van Heidelberg Cement in Maastricht.



Figuur 3.5: Eindverwerking (schematisch)

Voor droging en slib-eindverwerking is een slib-verwerkingscontract afgesloten. Hierbij betaald het waterschap 57 Euro (Incl. Btw.) per ton waterverdamping aan voor aardgas. Ook wordt 10 Euro (Incl. Btw.) gerekend per ton waterverdamping voor elektriciteit.

Naast de getoonde variabele kosten in figuur 3.5 bedragen de vaste kosten voor de drooginstallatie van SCT 2.270.000 Euro/jaar. Daarnaast wordt voor het transporteren en verwerken van slibkorrels 42 Euro/ton (Incl. Btw.) gerekend.

Overzicht slibketen

In tabel 3.1 wordt het totaal overzicht van de huidige sliblijn gegeven met betrekking tot Energie, CO₂ en variabele kosten.

Tabel 3.1: Overzichten sliblijn

	Energie	CO ₂ (ton/jaar)	Kosten (Euro/jaar (Incl. Btw.))
Indikking	60.000	1.240	190.000
Gisting - WKK's	-8.150.000	-1.300	-700.000
Ontwatering	890.000	5.700	900.000
Droging - transp. - Eindverw.	-10.800.000	-8.240	5.280.000
Totaal	-18.000.000	-2.600	5.670.000

Het valt op te maken uit tabel 3.1 dat de gisting en WKK's een negatieve energie balans hebben. Dit komt doordat netto energie geproduceerd wordt. Energie in de vorm van warmte wordt gebruikt om de slibhal te verwarmen. Energie in de vorm van elektriciteit wordt ingezet op de locatie Garmerwolde. Hierdoor kan inkoop van elektriciteit vermeden worden.

Ook droging, transport en eindverwerking hebben een negatieve energiebalans. Hoewel voor

slibdroging momenteel een substantiële hoeveelheid aardgas wordt gebruikt, levert de verbranding van slib dusdanig veel energie op, dat er in de laatste stappen van de huidige slibketen netto energie geproduceerd wordt.

Overall wordt ongeveer 18 GWh/jaar aan energie geproduceerd, gepaard gaande met een vermeden CO₂ uitstoot van 2.600 kton/jaar. De totale variabele kosten van de sliblijn komen hiermee op ongeveer op 5.670.000 Euro/jaar. Binnen variabele kosten zijn alleen kosten meegenomen voor energie en conditioneringsmiddelen. Personeelskosten, bestaande kapitaallasten en onderhoudskosten zijn buiten beschouwing gelaten. Deze keuze is gemaakt omdat verwacht wordt dat nieuw in te zetten technologieën vergelijkbare personeelskosten en onderhoudskosten met zich mee brengen. Wanneer wordt afgeweken van deze aanname, wordt dit duidelijk in de business case aangegeven.

Voor kapitaallasten geldt dat wanneer een bestaande technologie wordt vervangen, deze in een keer wordt afgeschreven naar nul. Ook hier geldt dat wanneer dit het geval is, dit wordt aangegeven in de individuele business case.

3.2 Evaluatie huidig contract met SC Technology

In de huidige slibketen van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's, is een contract met SC Technology opgesteld voor de eindverwerking van slib. SC Technology draagt zelf zorg voor de droging van het slib. Na droging wordt het gedroogde slib uiteindelijk verwerkt door de ENCI in Maastricht. Zoals weergegeven in tabel 3.2 zijn de jaarlijkse kosten voor deze manier van slib-eindverwerking ongeveer 5.280.000 Euro/jaar.

Tabel 3.2: Overzicht energie en kosten contract SC Technology

Post	Energie (kWh/jaar)	Kosten (Euro/jaar (Incl. Btw.))
Aardgas	27.500.00	2.050.000
Elektriciteit	3.600.000	360.000
Vaste kosten	-	2.700.000
Transport	3.100.000	600.000
Afzet droog slib	-45.000.000	-
Totaal	-10.800.000	5.280.000

Wanneer de energie opbrengst van verbranding van het gedroogde slib weggelaten wordt, gebruikt de droog stap van SC Technology 31.100.000 kWh/jaar aan energie. Dit is in vergelijking met de energie die benodigd is voor indikking en mechanische ontwatering enorm veel. Binnen de slibstrategie is slib-eindverwerking dus kritisch wanneer energie verbruik en CO₂ uitstoot geoptimaliseerd dienen te worden.

Tabel 3.2 laat zien dat de kosten voor slib-eindverwerking zijn opgebouwd uit kosten voor aardgas, elektriciteit, droog slib afzet en vaste kosten. Kosten voor aardgas en elektriciteit zijn verbonden aan de te verdampen hoeveelheid water. Om deze kosten te reduceren, kan het slibkoek d.s. gehalte verhoogd worden of kan de totale hoeveelheid d.s. die aan de eindver-

werker wordt aangeboden gereduceerd worden. Deze laatste mogelijkheid verlaagt tevens de kosten voor de afzet van het gedroogde materiaal.

Behalve de voorgaande kwantitatieve analyse, is ook een kwalitatieve analyse gemaakt van het slib-eindverwerkingscontract met SC Technology. De belangrijkste punten die uit deze analyse naar voren kwamen waren:

- De overeenkomst voor slibverwerking is per 01-01-2000 gesloten voor een periode van 15 jaar. De contractduur is gerelateerd aan een financiële afschrijvingstermijn van 15 jaar. Doordat de installatie 3 jaar later dan gepland in gebruik is genomen, is de einddatum van de overeenkomst ook drie jaar opgeschoven naar 31-12-2017.
- Het drogestof (d.s.) gehalte van de koek die moet worden aangeleverd dient tussen 18-35% d.s. te liggen.
- Het contract is zodanig opgesteld dat SC Technology alle risico's toegedeeld heeft gekregen: wijziging van de prijzen in de eindafzet, gasprij's fluctuatie, etc. en mogelijke eisen vanuit een veranderde vergunning. SC Technology heeft deze vervolgens via diverse artikelen zodanig vertaald dat de prijsconsequenties ervan worden doorberekend aan de contractant.
- Het contract is zodanig opgesteld dat het vooral inspeelt op de consequenties van gewijzigde omstandigheden voor SC Technology. Omgekeerd kan met het bestaande contract niet of nauwelijks ingespeeld worden op gewijzigde omstandigheden aan de zijde van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's. Het contract geeft bijvoorbeeld niet aan hoe om te gaan met de consequenties van innovatieve ontwikkelingen bij de waterschappen. Er is geen inspanningsverplichting opgenomen voor SC Technology om rendabele aanpassingen ook werkelijk te implementeren.
- Er is bij het opstellen van de overeenkomst geen gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Zo is gedurende de looptijd van de overeenkomst de gasprijs sterk gestegen, wat ook doorberekend is aan de waterschappen. Bij deze prijzen is het onwaarschijnlijk dat SC Technology ten opzichte van andere aanbieders de goedkoopste zou zijn geweest.
- Bij de aanbesteding is duurzaamheid geen criterium geweest. Er is vooral op prijs (destijds gunstig) en continuïteit geselecteerd.
- Er is in het contract geen drijfveer opgenomen voor SC Technology om de exploitatiekosten te verlagen.
- De contractprijs en de werkelijk gemaakte kosten zijn niet gelijk. Zo worden de gedroogde korrels om niet afgezet bij ENCI.
- De inflatie wordt verrekend op basis van de Consumenten Prijs Index; ook voor inkoop van aardgas. Voor consumenten zijn de afgelopen jaar meer milieubelasting componenten

ten in de gasprijs ingevoerd, die sterk zijn gestegen en niet gelden voor grootverbruikers als SC Technology. Dit is ongunstig voor Noorderzijlvest en Hunze & Aa's.

- Ten tijde van het opstellen van de overeenkomst werd ook slib op rwzi Eelde ontwaterd. Het transport van het ontwaterde slib vanuit Eelde naar de droger in Garmerwolde maakte onderdeel uit van het contract en de prijs. Bij het beëindigen ervan heeft geen aanpassing van de prijs plaatsgevonden. Het geldt overigens in het algemeen dat de waterschappen niet meedelen in voordelen, die zij zelf hebben bewerkstelligd.
- Een belangrijke basis voor contractonderhandelingen kan zijn: Hoofdstuk 19 Onvoorzien omstandigheden: 19.1 "Partijen zullen in onderhandeling treden omtrent de overeenkomst indien sprake is van onvoorzien omstandigheden welke van dien aard zijn dat de wederpartij naar maatstaven van redelijkheid en billijkheid ongewijzigde instandhouding van de overeenkomst niet mag verwachten". Gezien de aard van het gehele contract is dit artikel vooral opgenomen voor indekking van onvoorzien kosten bij SC Technology, echter het kan ook omgekeerd worden gehanteerd. Tegelijk is het artikel ook flinterdun, aangezien het niet de richting aangeeft waarin onderhandelingen moeten gaan anders dan redelijkheid en billijkheid.
- Bij de aanbesteding is destijds in het Programma van Eisen niet aangegeven op welke wijze de punten werden verdeeld voor kwaliteit en prijs. Dit zou nu niet meer kunnen.

3.3 Evaluatie aanbestedingen slib-eindverwerking bij andere waterschappen

In 2013 zijn de slibverwerkingscontracten van de Waterschappen Groot Salland en Zuiderzeeland aanbesteed. Beiden hadden aflopende contracten met respectievelijk GMB en HVC. Beide installaties zijn slib-monoverbranders. Enkele kenmerken van de aanbestedingen zijn:

- Vooraf is aan het bestuur een notitie voorgelegd met een beeld van slibmarkt en de trends hierin. Tevens is aan het bestuur gevraagd in hoeverre de slibverwerking een bijdrage moet leveren aan de beleidsdoelen m.b.t. duurzaamheid en flexibiliteit. Aan de hand daarvan is besloten geen aandeelhouder bij HVC of SNB te worden, maar de slibverwerking als dienstverlening aan te besteden.
- Beide waterschappen hebben bij de aanbesteding samengewerkt met intensieve juridische begeleiding. Er is hierbij een afzonderlijke overeenkomst voor vier jaar gesloten.
- In het programma van eisen is een eis voor duurzaamheid opgenomen, die vertaald is naar een energie neutrale slibeindverwerkingsketen en een norm voor maximale CO₂ emissie per ton slibkoek.
- Er is geen minimale leveringsverplichting waardoor de waterschappen worden gestimuleerd om hun slibproductie te reduceren.

- Er is een voorwaarde gesteld dat de slibverwerker medewerking moet verlenen aan de implementatie van rendabele innovatieve technieken.
- Eindverwerkingsprijzen liggen tussen €60-70 (Incl. Btw. en transportkosten) per ton slibkoek (23% d.s.).

3.4 Mogelijkheden slib-eindverwerking

Het slibstrategie team heeft verschillende mogelijkheden voor slib-eindverwerking onderzocht:

- Slib-monoverbranding (SNB & HVC)
- Slib-coverbranding (kolencentrale & afvalverwerking)
- Slib afzet in de bodembouw

Slib-monoverbranding

Slib-monoverbranding vindt in Nederland plaats in de installaties van SNB en HVC. Deze installaties staan respectievelijk in Moerdijk en Dordrecht. Bij beide installaties wordt mechanisch ontwaterde slibkoek aangeleverd. Deze slibkoek wordt op de installatie zelf voorgedroogd middels warmte uit de verbrandingsovens, waarna het gedroogde materiaal verbrand wordt.

Wanneer Noorderzijlvest en Hunze & Aa's slibkoek vanuit Garmerwolde zouden leveren aan een van deze installaties, zou de transportafstand 247 - 272 km zijn. Met de aanname dat koektransport 0,14 Euro/km.ton kost, betekent dit voor de waterschappen in de huidige situatie alleen al dat de transportkosten 34,60 - 38,10 Euro per ton koek zijn. Per jaar is dit 1.740.000 - 1.915.000 Euro. Dit maakt dat de kosteneffectiviteit van deze slib-eindverwerkingsroute samen met de CO₂ uitstoot die gepaard gaat met het transport van de slibkoek een uitdagende businesscase met zich mee brengt. Het slibstrategie team ziet de slib-monoverbrandingsoptie bij SNB of HVC daarom niet als een passende mogelijkheid binnen de duurzaamheidsdoelstellingen Noorderzijlvest en Hunze & Aa's.

Slib-coverbranding

Voor slib-coverbranding zijn in de huidige situatie drie opties:

- Bijstook in een afval centrale
- Bijstook in een kolencentrale
- Bijstook in een cement oven

Bijstook in een afval centrale wordt bijvoorbeeld gedaan in Amsterdam bij AEB. Het verdienmodel van de AEB is het zogenaamde "gate-fee" verdienmodel. In dit model krijgt de AEB betaald om haar grondstoffen te verbranden. Momenteel verbrand de AEB alleen mechanische

ontwaterde slibkoek. Er zijn echter relatief veel problemen met de slibkoek doseerinstallatie. Om deze reden staat de AEB niet open om grotere hoeveelheden slibkoek aan te trekken. Daarnaast is de transportafstand van Garmerwolde naar AEB Amsterdam 203 km. Dit betekent dat voor de waterschappen in de huidige situatie alleen al dat de transportkosten 28,40 Euro per ton koek zijn. Per jaar is dit 1.430.000 Euro. Deze kosten en het feit dat de AEB niet open staat voor additionele slibkoek verwerking, maakt dat deze optie niet verder onderzocht is.

Dit genoemd hebbende, zijn andere afvalverwerkingsinstallaties wellicht wel interessant. Ten tijde van schijven is er geen andere Nederlandse afvalverwerker die grote hoeveelheden slibkoek verwerkt. Toch zijn er in een omtrek van minder dan 100 km rondom Garmerwolde een aantal interessante afval verwerkers.

Wanneer een afvalverwerker alleen het gate-fee verdienmodel hanteert, wordt de calorische waarde die slib bevat niet nuttig ingezet. Er zijn echter afvalverwerkers die de energie uit hun verbrandingsovens wel nuttig inzetten. Zo levert Omrin in Harlingen stoom aan de naastgelegen zoutfabriek en levert EEW in Farmsum stoom aan het chemiepark van Delfzijl. Doordat deze installaties minder dan 100 km verwijderd zijn van Garmerwolde, zouden transportkosten van slibkoek of gedroogd slib relatief laag kunnen zijn. Daarnaast krijgen deze installaties betaald voor de stoom die ze leveren aan derden. Hierdoor kunnen zij een scherper tarief bieden dan afval verbrandingsinstallaties die alleen een gate-fee verdienmodel hanteren.

De installaties van Omrin en EEW worden vanuit een duurzaamheidsperspectief door het slibstrategie team als interessant aangemerkt. Dit, omdat de energetische waarde die slib(koek) bevat nuttig ingezet kan worden. Er is echter niet bekend of deze installaties open staan voor slibverwerking en wat er aan prijzen gehanteerd wordt. Het slibstrategie team raad aan deze mogelijkheid verder te verkennen en te kijken of men mechanisch ontwaterd slib of gedroogd slib kan en wil aannemen als grondstof. Daarnaast is het slibstrategie team geïnteresseerd in een prijsindicatie voor deze manier van slibverwerking.

Bijstook in een kolencentrale vindt momenteel in Nederland alleen plaats via de GMB route. In deze slibverwerkingsroute, wordt mechanisch ontwaterde slibkoek gecomposteerd. Bij deze compostering zorgt een biologisch broei proces voor de omzetting van organische stof in warmte. De warmte wordt vervolgens gebruikt om het slib te drogen tot maximaal 70% d.s. Het gedroogde materiaal wordt per vrachtwagen vervoerd naar Duitse kolencentrales om daar te worden bijgestookt.

GMB is een commercieel bedrijf dat mechanisch ontwaterde slibkoek kan innemen. Hoewel een gedeelte van de calorische waarde van het slib wordt verbruikt bij compostering, wordt nog steeds een groot deel van de initiele calorische waarde van het slib gebruikt voor energie opwekking. Hierbij vervangt het slib, kolen.

De composteringsinstallatie van GMB staat in Zutphen. Dit houdt in dat de transportafstand tot Garmerwolde 174 km is. Dit betekent voor de waterschappen in de huidige situatie alleen

al dat de transportkosten 24,40 Euro per ton koek zijn. Per jaar is dit 1.225.000 Euro.

Hoewel slib(koek)afzet naar een commerciële partij als GMB flexibiliteit kan bieden, wegen slibkoek transportkosten relatief zwaar mee in een mogelijke business case. Dit maakt dat het slibstrategie team de GMB route als mogelijkheid blijft zien, maar niet als ideaal bestempeld.

De laatste co-verbrandingsoptie is de huidige manier van slibverwerking. In de SC Technology - ENCI route wordt slibkoek gedroogd middels aardgas, waarna het per vrachtwagen naar Maastricht getransporteerd wordt. Deze afstand van 345 km lijkt in vergelijking met andere slibverwerkingsroutes ongunstig, maar door de drogingsstap van SC Technology, wordt de slibmassa drastisch gereduceerd. Dit maakt dat de transportkosten voor gedroogd slib momenteel slechts 608.000 Euro per jaar bedragen (13 Euro per ton slibkoek). Daarnaast wordt geen calorische waarde van het slib omgezet bij de droog stap, waardoor slib bijstook het stoken van kolen bij de ENCI maximaal kan voorkomen. Hoewel een aanzienlijke hoeveelheid aardgas wordt verbruikt in deze slib-eindverwerkingsroute, zijn transportkosten laag en wordt de calorische waarde van het slib nuttig ingezet. Momenteel zijn echter de kosten van deze slib-eindverwerkingsroute tegenover andere mogelijkheden hoog. Dit komt voor het grootste deel door de overdimensionering van de huidige installatie van SC Technology, wat hoge vaste kosten met zich mee brengt. Dit maakt dat het slibstrategie team adviseert na het uitdienen van het contract voor een andere manier van slib-eindverwerking te kiezen, tenzij de financiële afschrijving van de installatie een significant lagere koekverwerkingsprijs met zich mee brengt. In dit laatste geval kan ook de huidige koekverwerkingsroute in de toekomst interessant zijn.

Slib afzet in de bodembouw

Naast het inzetten van de calorische waarde in slib(koek), kan het product van rwzi's ook ingezet worden in de bodembouw. Omdat de Nederlandse wetgeving deze optie niet toe staat, kan de bodembouw toepassing alleen plaatsvinden wanneer slib(koek) naar Duitsland wordt gebracht.

In 2014 is door het slibstrategie team een verkenning uitgevoerd in hoeverre Duitsland als afzetgebied zou kunnen dienen voor communaal zuiveringsslib voor bodemkundige benutting. De Nederlands markt voor meststoffen en bodemverbeteraars is op dit moment ontoegankelijk vanwege o.a. de zware metalen in het slib. In Duitsland wordt slibcompost toegepast in de landbouw en in de landschapsbouw (re-cultivering van te sluiten open mijnbouwgebieden, geluidswallen, etc.).

Niet gecomposteerd slib wordt vooral gebruikt in de landbouw in de regio waar het vrij komt. Voor de landschapsbouw wordt vooral gecomposteerd materiaal gebruikt. Handelshuizen spelen een belangrijke rol hierin. Zij kopen grote partijen in bij slibverwerkingsbedrijven. Het lijkt, gezien de handelsstructuur in Duitsland voor andere slibtypen dan ingedikt en niet ontwaterd slib (< 5% d.s.), ondenkbaar voor een buitenlandse slibaanbieder om buiten een

Duitse intermediair om met slib(producten) de Duitse bodemmarkt te betreden.

In Duitsland is veel discussie over de kwaliteit van het slib en slibcompost. Het gaat over de vraag in hoeverre ophoping van medicijnresten in zuiveringsslib tot ongewenste concentraties leidt in bodem, grondwater of oppervlakte water. Rechtstreekse afzet van slib in de landbouw wordt sterk bekritiseerd.

Vanaf 1-1-2015 gaan er nieuwe normen gelden voor zware metalen voor bodemtoepassingen. In 2017 zullen deze eisen nog verder worden aangescherpt. De kwaliteit (metalen) van de slibkoek in Garmerwolde valt binnen de grenzen die vanaf 2015 gelden. De loodconcentratie is de kritische factor hierbij en mag niet verder stijgen. In tabel 3.4 zijn de metaalgehalten in de slibkoek van Garmerwolde (april 2013 - april 2014) weergegeven t.o.v. de grenswaarden van de certificerende instanties en t.o.v. toekomstige regelgeving.

Tabel 3.3: Metaalgehalten slibkoek (mg/ kg d.s.) t.o.v. regelgeving

Metaal		Grenswaarden QLA Proces/eindproduct waterschappen vigerend	RAL Humus eindproduct composteerders vigerend	Slib Overgangsregeling land(schaps)bouw 01-01-2015	Alle meststoffen en bodemverbeteraars land(schaps)bouw 2017
	Garmerwolde				
Cd	0,68	2,5	3	1,5	1,5
Cr	35	200	100	900	2 (Cr ^{VI})
Cu	533	550	400	800	900
Hg	0,78	2	2	1,0	1
Ni	23	80	5	80	80
Pb	114	200	300	150	150
Zn	1150	1400	1250	2500	5000
As	13,5	40	-	40	40
Ti	?	1	-	1,0	1
AOX	?	400	-	-	-
B(a)P	?	1	-	-	-
PCB	?	0,05	-	-	30 (ng/kg d.s.)
DEHP	?	60	-	-	-
PCDD/PCDF	?	30 (ng/kg d.s.)	-	-	-
PFOA+PFOS	?	0,1	-	-	0,1

Het voornemen van de Bondsregering is om in de nabije toekomst uitsluitend bodemtoepassingen toe te staan van gecertificeerde slibproducten. Certificering van zowel het proces (rwzi Garmerwolde) als van het product (slibkoek) zal noodzakelijk zijn (QLA certificering) om van een gecontinueerde afzet verzekerd te zijn.

Uit marktdata en uit interviews met Duitse stakeholders komt het beeld naar voren dat het kostentechnisch interessant kan zijn Nederlandse slibcompost in Duitsland toe te passen (dat wil zeggen kosteneffectiever dan de huidige (thermische) afzetroutes voor slibcompost in Nederland). Dit betreft hoofdzakelijk afzet in de landschapsbouw, waar de komende jaren een structureel grote vraag is naar organische meststoffen en bodemverbeteraars.

Zuiveringsslib en slibcompost worden in Duitsland voor het grootste deel met geld toe afgezet aan de landbouw. De markt noemt een range van enkele tientjes per ton tot circa 60

Euro/ton (exclusief transportkosten). In de landschapsbouw wordt zuiveringsslib in voorkomende gevallen ook 'om niet' afgezet, afhankelijk van de vraag-aanbodverhoudingen in een specifieke situatie. Binnen Duitsland zijn er grote regionale verschillen in het gebruik van slibcompost. Toepassing in de landbouw en landschapsbouw vindt vooral plaats in Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen en Schleswig-Holstein.

In de verkenning zijn van 9 deelstaten de overwegende kansen en belemmeringen voor slibafzet uit Garmerwolde in kaart gebracht. Hieruit blijkt dat de twee dichtstbijzijnde deelstaten (Niedersachsen en Schleswig-Holstein) ook veruit de beste papieren hebben om de productiehoeveelheid uit Garmerwolde op te vangen. Voor de perspectieven in een drietal verderweg gelegen deelstaten zal het slib eerst ter plekke of op korte afstand van Garmerwolde moeten worden gecomposteerd om kosteneffectief voor bodemkundig gebruik te kunnen worden ingezet.

Voor slibkoek met een % d.s. > 25% liggen de gemiddelde afzetkosten voor recultiveringsdoeleinden in Duitsland tussen de €30-45 /ton slibkoek excl. transportkosten. Bij transport afstand van 250 km komen de totale transportkosten voor Noorderzijlvest en Hunze & Aa's op 1.760.000 Euro per jaar. Dit komt neer op 35 Euro transportkosten per ton slibkoek. Tezamen met de afzetprijzen, wordt verwacht dat de kosten voor slib-eindverwerking €65 - 80 /ton slibkoek zijn. Tevens is het op dit moment nog onzeker of het slib van Garmerwolde aan de gewenste certificatie eisen voor slibcompost m.b.t. organische verbindingen zal voldoen. Hier zal nog nader onderzoek voor nodig zijn. Deze laatste onzekerheid, samen met de verwachte totale slib-eindverwerkingskosten maakt dat het slibstrategie team slib-bodembouw afzet in Duitsland niet als interessant aanmerkt.

3.5 Overzicht technische mogelijkheden (intern)

Naast mogelijkheden voor slib-eindverwerking zijn interne optimalisatiemogelijkheden onderzocht voor de sliblijn van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's:

- Optimalisatie van de huidige indikking, gisting en ontwatering
- Mechanische ontwatering middels membraanfilterpersen
- Gruisontwatering
- Gebruik restwarmte
- Thermofiele gisting
- Groen gas
- Fosfaatterugwinning
- Vervanging FeCl_3 door magnesiumzouten

- Fijnzeven - CADOS
- Alginaten - bioplastics
- Vergassing
- Hogedruk gisting (Bareau)
- Lage temperatuur droging

3.6 Optimalisatie van de huidige indikking, gisting en ontwatering

Het zuiveringsslib van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's wordt geproduceerd op 28 rwzi's. Hierbij wordt het slib in een eerste stap ingedikt met bandindikkers, waarbij polymeren worden toegevoegd. Bij Noorderzijlvest vindt deze vorm van indikking centraal plaats op rwzi Garmerwolde en bij Hunze & Aa's op rwzi's Foxhol, Assen, Veendam en Scheemda. Daarna wordt het slib vergist op dezelfde locatie waar ook de indikking plaats vindt, met uitzondering van het Foxhol slib, dat op de rwzi Garmerwolde wordt vergist. Het uitgegiste slib van Assen, Veendam en Scheemda wordt vervolgens naar de rwzi Garmerwolde getransporteerd en samengevoegd met het uitgegiste slib van Garmerwolde. Het bij gisting geproduceerde biogas wordt in WKK's omgezet in elektriciteit en (bruikbare)warmte. Een uitzondering is rwzi Assen waar ook een deel van het biogas aan derden wordt verkocht. Het uitgegiste slib wordt na toevoeging van ijzerchloride en polymeren ontwaterd met behulp van kamerfilterpersen. Het ontwaterde slib wordt vervolgens bij SC Technology thermisch gedroogd met aardgas. De droge korrels worden door de ENCI in Limburg gebruikt als brandstof voor de cement fabriek. De resterende as wordt verwerkt in het cement.

Door het slibstrategie team 2013 zijn de volgende scenario's onderzocht, waarbij ook verschillende combinaties ervan zijn beoordeeld:

- Vergisting: gecentraliseerd in Garmerwolde, gecentraliseerd voor beide waterschappen in eigen beheersgebied of opheffen van één of meer gistingen in het gebied van Hunze & Aa's.
- Ontwatering: lokaal of centraal met schroefpersen op de rwzi's van Hunze & Aa's; vervanging van kamerfilterpersen door schroefpersen

Uit de analyse komt naar voren dat de huidige structuur van indikking, vergisting en ontwatering nog steeds juist is. Andere routes van het slib leiden tot kostenverhoging. Ook toepassing van schroefpersen is economisch niet interessant.

3.7 Mechanische ontwatering middels membraanfilterpersen

Met membraanfilterpersen kunnen hogere drogestof gehalten van de slibkoek worden gerealiseerd. Bij Garmerwolde wordt hierbij een verhoging verwacht van 26% naar 30% d.s. wat

leidt tot 10% (massa) minder slibkoek.

Wanneer gekozen wordt voor het toepassen van membraanfilterpersen voor mechanische ontwatering van slib, zijn er twee opties:

1. Ombouw huidige kamerfilterpersen naar membraanfilterpersen
2. Vervangen van de kamerfilterpersen door nieuwe membraanfilterpersen

Wanneer gekozen wordt om de huidige kamerfilterpersen om te bouwen tot membraanfilterpersen, wordt een niet-optimale situatie gecreëerd. Men zal moeten blijven werken met een groot gedeelte van de bestaande infrastructuur die is ingericht op 5 kamerfilterpersen. Omdat membraanfilterpersen een hogere capaciteit kunnen hebben, kan bij deze manier van mechanisch ontwateren volstaan worden met 3 membraanfilterpersen. In plaats van de dagdiensten die nu gedraaid worden met de kamerfilterpersen, kan met de membraanfilterpersen 24 uur per dag gedraaid worden.

Het is de inschatting van het slibstrategie team dat ombouw van 3 bestaande filterpersen even duur is als nieuwbouw.

Tabel 3.4: Business case membraanfilterpersen

Optie	Aantal	Investeringskosten (Euro)	Besparing (Euro/jaar)	Terugverdiëntijd (jaar)
Kamerfilterpers	5	5.000.000	-	-
Nieuwbouw MFP	3	7.800.000	450.000	6
Ombouw KFP	3	7.800.000	450.000	6

Voor het opstellen van de business case rondom het toepassen van membraanfilterpersen is uitgegaan van het huidige slib-eindverwerkingscontract met SC Technology. Hierbij is aangenomen dat wanneer de huidige situatie met kamerfilterpersen in stand wordt gehouden, 1.000.000 Euro per pers aan revisiekosten gemaakt moeten worden in de komende 10 jaar. Het kostenvoordeel dat gerealiseerd kan worden komt voort uit het verschil in ontwateringsrendement (26% - 30% d.s.). Verder is aangenomen dat onderhoudskosten en personeelskosten voor beide opties gelijk blijven. In de praktijk zal dit anders zijn, doordat nieuwe persen minder onderhoud vergen en er daarbovenop minder van nodig zijn. Ook zullen personeelskosten dalen bij het toepassen van membraanfilterpersen, doordat deze verder geautomatiseerd kunnen worden dan de bestaande kamerfilterpersen.

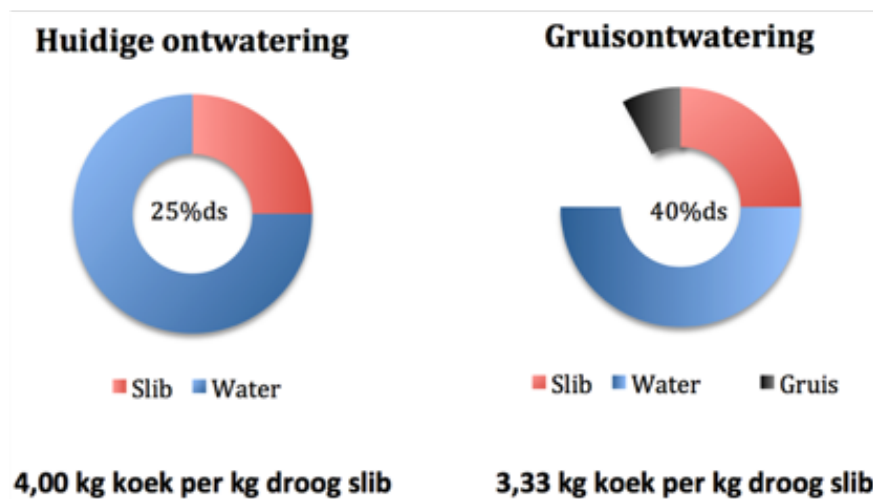
De aangegeven terugverdiëntijden zijn gebaseerd op de meer investering en zijn een worst case scenario. Daadwerkelijke terugverdiëntijden zullen door een reductie in onderhoudskosten en personeelskosten lager uitvallen. Om deze reden acht het slibstrategie team het toepassen van membraanfilterpersen interessant.

3.8 Gruisontwatering

Bij gruisontwatering wordt (vloeibaar) kolengruis aan het te ontwateren slib toegevoegd. Hiermee wordt een hoger drogestof gehalte en een hogere verbrandingswaarde van de koek

gerealiseerd. Door het gruis krijgt de koek een meer open structuur, waardoor het water de koek beter kan verlaten. De basisgedachte is om kolen die toch al verbrand worden door een kolencentrale of de ENCI te “lenen”, ze te gebruiken voor slibontwatering en vervolgens de kolen met biomassa terug te leveren aan de eindverwerker.

De onderstaande figuur laat zien dat drogestof als gruis aan de koek wordt toegevoegd, maar dat aanzienlijk meer water verdwijnt. Hierdoor hoeft in de droging/eindverwerking minder water te worden verdampt.



Figuur 3.6: Principe Gruisontwatering

Praktijkproeven tonen dat bij een toevoeging van 0,3 kg d.s. gruis per kg d.s. slib een ontwateringsresultaat van 36% d.s. wordt behaald met een gelijktijdige reductie van ijzerchloride dosering van 30%. Dit zijn voorlopige resultaten; een verdere verbetering wordt mogelijk geacht.

Tabel 3.5: Business case Gruisontwatering

Ontwatering	Koek d.s.	Kostenvoordeel (Euro/jaar)	Investeringskosten (Euro)	Terugverdientijd (jaar)
Huidig	26%	-	-	-
Gruis	34%	350.000	500.000	1,4

Tabel 3.5 laat zien dat bij implementatie van gruisontwatering in de huidige situatie 350.000 Euro per jaar bespaard kan worden. Met investeringskosten van 500.000 Euro, levert dit een terugverdientijd van 1,4 jaar op. Indien uiteindelijk 40% d.s. kan worden realiseert, loopt de besparing op tot €700.000 per jaar.

Er is bij deze businesscase vanuit gegaan dat de ENCI de kosten voor de inkoop van kolen en de extra transportkosten naar de Maastricht voor zijn rekening neemt. Extra exploitatiekosten zijn dus alleen de transportkosten van de kolen leverancier (nu Enerco Amsterdam) naar Garmerwolde.

Verdere uitwerking voor de korte termijn is slechts aan de orde wanneer SC Technology bereid is het contract open te breken, aangezien het drogestofgehalte van de slibkoek dan uit de range valt van hetgeen acceptabel is binnen de contractvoorwaarden (maximaal 35% d.s.). Ten minste de volgende zaken moeten dan worden geregeld: andere kostenverdeelsleutel, toestaan van toevoegen van nieuwe stof en toestaan levering koek met hoger drogestofgehalte.

Indien gruisontwatering wordt gecombineerd met de ombouw van de kamerfilterpersen naar membraanfilterpersen zal dit resulteren in een extra verhoging van het hoger drogestofgehalte van de koek (38% d.s.).

Slib uit rioolwaterzuivering wordt gekenmerkt als afvalstof. Wanneer kolengruis wordt toegevoegd is mogelijk sprake van een nieuwe afvalstof waarvoor een nieuw afvalstofnummer moet worden aangevraagd. Het nieuwe gruis-product heeft na droging een goed inzetbare stookwaarde. Daarom dient in de toekomst gekeken te worden naar de mogelijkheid om de gedroogde gruis-koek als grondstof voor energieproductie aan te merken. Dit zal naar verwachting de mogelijke afzetmarkt voor de gruis-koek vergroten en een kostenvoordeel (transport voordeel) met zich mee brengen.

Gruiskoek heeft een hogere stookwaarde dan gewone slibkoek, waardoor de energieproductie uit de geproduceerde koek kan worden vergroot. Dit betekent dat slib-eindverwerkers die geen energie produceren ook geen extra waarde kunnen genereren uit de hogere stookwaarde. Dit zijn SNB, HVC en afvalverwerkers. Voor deze eindverwerkers is de business case dan ook negatief.

Voor eindverwerkers als de ENCI, GMB (GMB levert uiteindelijk aan kolencentrales in Duitsland) en energie centrales is de businesscase van gruisontwatering positief. In de huidige berekeningen is uitgegaan van de ENCI als eindverwerker. Extra voordeel voor GMB is dat als gevolg van het hogere drogestof gehalte van de aangeleverde koek, het materiaal korter (-50%) in de composteringsbunkers hoeft liggen. Daardoor wordt extra verwerkingscapaciteit verkregen. Hierdoor kan het percentage vaste kosten in de slibverwerkingsprijs gereduceerd worden.

Het slibstrategie team ziet gruisontwatering als een zeer interessante optie om de huidige slibketen te verduurzamen.

3.9 Gebruik restwarmte

De eerder uitgevoerde strategiestudie van de Noordelijke waterschappen heeft reeds aangegeven dat slibdroging met restwarmte interessant is vanwege verminderde CO₂ uitstoot en kostenreductie door vermeden aardgasverbruik. Hierin is in principe benutting van restwarmte van industrieën in de nabije omgeving en/of van de lokale restwarmte van de rwzi Garmerwolde mogelijk.

Restwarmte van industrieën

Allereerst is onderzocht waar, hoeveel, op welke temperatuur en voor welke tijdsduur restwarmte beschikbaar is. De optie tot slibeindverwerking is in deze studie belangrijk, omdat voor de procesindustrie het begrip "restwarmte" multi-interpretabel is. In eerste instantie wordt met restwarmte namelijk een warmtestroom bedoelt die in het huidige productie proces niet ingezet wordt. Hierbij kan het gaan om koelwaterstromen of afgassen. Echter vaak wordt een interne recirculatie van warmte toegepast in processen om minder energie te verliezen. Dit is in feite restwarmte die intern ingezet wordt en dus niet vrij beschikbaar is. Wanneer de industrie de optie wordt geboden om "laagwaardige" warmte te leveren aan een slibdroger, zal naar verwachting alleen warmte worden aangeboden die in het huidige productie proces niet ingezet wordt. Wanneer echter ook de optie van slibeindverwerking mee wordt genomen, dient zich de mogelijkheid aan om de huidige interne "laagwaardige" warmte te leveren aan een slibdroger en daarvoor "hoogwaardige" warmte terug te krijgen van de slib eindverwerker. Deze optie maakt slibdroging met restwarmte voor de industrie zeer interessant en vergroot dus de mogelijkheden om slib te drogen met restwarmte.

De inventarisatie van restwarmte beschikbaarheid is gemaakt, rekening houdende met een omtrek van 50 km rondom Groningen stad. Buiten deze cirkel is het minder interessant gezien de grote transportafstanden met bijbehorende transportkosten.

De hoeveelheid benodigde restwarmte voor het drogen van slib hangt af van de hoeveelheid te drogen slib en het drogestofgehalte van het slib. In het restwarmteonderzoek is gekeken naar de mogelijkheid om een minimale hoeveelheid van 1.000 ton d.s. slib per jaar te drogen met restwarmte. Daarnaast is bekeken of al het slib van beide waterschappen (13.000 ton d.s./j gedroogd kan worden met restwarmte. Op basis van het huidige drogestof gehalte van de slibkoek (26%) en een thermisch rendement van de drooginstallatie van 85% is voor 1.000 ton d.s. en 13.000 ton d.s. respectievelijk 7.600 GJ en 99.000 GJ aan energie nodig is.

Verder worden aan de restwarmte bij de huidige drogestof gehalten en structuur van de slibkoek de volgende voorwaarden gesteld:

- Voor droging tot 91% d.s. moet een medium met een temperatuur van minimaal 120°C beschikbaar zijn.
- Warmte tussen de 60°C en 120°C kan gebruikt worden voor een voordroogstap.

Een lagere temperatuur betekent in de praktijk een grotere droger, waaraan hogere investeringskosten verbonden zijn. Omdat een voordroogstap alleen niet genoeg is, dient op dezelfde locatie ook een restwarmtestroom van boven de 120°C aanwezig te zijn. Wanneer een dergelijke stroom niet voor handen is, wordt aangenomen dat de locatie niet interessant is voor samenwerking (dit geldt voor de huidige slibsamenstelling).

De restwarmtestroom moet verder een zekere zuiverheid hebben, economisch/ technisch inzetbaar zijn en continu beschikbaar zijn. Er moet minimaal 8.000 uur per jaar geleverd worden. Daarnaast is ook het toekomstperspectief van de restwarmte leverancier meegenomen: is er voldoende zekerheid dat marktpartij de restwarmte ten minste vijftien jaar kan leveren. Uit de 49 onderzochte locaties, kwamen de volgende vier naar voren als potentieel interessant:

- Essent produceert in de Eemshaven elektriciteit door kolenverbranding. Hierbij wordt stoom opgewekt die op elk gewenst temperatuurniveau kan worden afgetapt tot 450°C. Omdat Essent ook een vergunning heeft om biomassa bij te stoken, is deze locatie ook interessant voor slib-eindverwerking. Tegenover de benodigde energie voor waterverdamping van al het slib van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's heeft Essent vrijwel ongelimiteerd warmte beschikbaar. Er wordt echter wel de voorwaarde gesteld dat bij samenwerking, de gedroogde biomassa geleverd wordt aan Essent. Een fosfaat-terugwinroute wordt hierbij voorlopig uitgesloten.
- Nedmag produceert in Veendam verschillende magnesium zouten en heeft 100.000 GJ/jaar aan warmte beschikbaar op 180–200°C. Dit is niet voldoende om al het slib van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's te drogen. Wanneer voor deze optie gekozen wordt, zal dus 27.000 GJ/jaar aan aardgas equivalenten bijgestookt moeten worden. Als het slib vanaf Garmerwolde droger aangeleverd wordt of gemakkelijker gedroogd kan worden (toepassing gruisontwatering) dan is deze restwarmtebron mogelijk voldoende. Ook de Nedmag heeft via de naastgelegen Bavin installatie een vergunning om biomassa te verbranden.
- Siniat produceert in Farmsum gipsplaten en heeft 405.000 GJ/jaar aan restwarmte beschikbaar op een temperatuur niveau van 130–220°C. Deze hoeveelheid is ruim voldoende om al het slib van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's te drogen. Hoewel nog geen vergunning aanwezig is om slib te verbranden, heeft Siniat aangegeven de optie om een slib-monoverbrandingsinstallatie te bouwen voor levering van hoogwaardige warmte aan de eigen processen zeer interessant te vinden.
- Attero produceert in Wijster (eigenlijk net iets buiten de 50km-cirkel) energie uit afval en heeft circa 3.400.000 GJ/jaar aan restwarmte beschikbaar op een temperatuur niveau van 70–110°C. Deze hoeveelheid is ruim voldoende om al het slib van Noorderzijlvest en Hunze & Aa's te drogen. Echter, omdat het temperatuur niveau van 120°C niet gehaald kan worden is onzeker of het slib gedroogd kan worden tot 92% ds. Wel heeft Attero een vergunning om slib te verwerken en kan een combinatie gemaakt worden van drogen met restwarmte en eindverwerking.

Momenteel wordt 99.000 GJ/jaar aan aardgas verstoekt om het slib bij SC Technology te drogen tot 91% d.s. De aardgaskosten hiervoor bedragen €2.050.000/j. De werkelijke besparin-

gen zijn sterk afhankelijk van de investeringen, die weer locatie-afhankelijk zijn. Hiervoor is verder onderzoek nodig.

SC Technology heeft ervaring met het inzetten van restwarmte. Door hen is ook de mogelijkheid aangedragen om de bestaande drooginstallatie te verplaatsen naar een locatie waar restwarmte beschikbaar is. Hiervoor is wel een aanpassing van de droger vereist, aangezien de huidige installatie niet geschikt is voor gebruik van laagwaardige restwarmte. De inzet van restwarmte voor slibdroging bij verdere samenwerking met SC Technology is alleen te overwegen wanneer het bestaande contract met een dusdanige tijd verlengd wordt, dat de investering terug verdiend kan worden. Droging op een andere locatie betekent dat een nieuwe omgevingsvergunning aangevraagd dienen te worden.

Bij toepassing van gruis ontstaat niet alleen een drogere koek, maar wijzigt tevens de structuur ervan. Testresultaten van droging van slibkoek met deze consistentie laten zien dat ten minste minder warmte vereist is en ook toepassing van laagwaardigere restwarmte mogelijk is. De getallen in deze paragraaf zijn derhalve de bovengrens.

Restwarmte van Garmerwolde

Op de rwzi Garmerwolde wordt (rest)warmte geproduceerd met de WKK's. Hiervan gaat een belangrijk deel naar de opwarming van de gistingstank en wordt via warmtewisselaars gedeeltelijk teruggewonnen. Naarmate het slib met hoger drogestof gehalte in de gisting wordt gebracht, des te minder warmte is nodig voor de verwarming ervan. Tevens geldt dat naarmate het slib verder wordt ontwaterd, minder (rest)warmte benodigd is voor de droging.

Op dit moment is nog onduidelijk hoe het warmteaanbod op Garmerwolde en de warmtebehoefte voor droging zich verhouden. Hierin zijn de volgende scenario's mogelijk die overigens alle nog nader moeten worden onderzocht:

- Levering van restwarmte van Garmerwolde aan SC Technology al dan niet aangevuld bij SC Technology met drogingswarmte met aardgas.
- Opzet alternatieve droging bij Garmerwolde met eigen restwarmte; nadroging bij SC Technology of elders

Het STOWA rapport "(Voor)droging van zuiveringsslib in kassen met en zonder restwarmte" geeft aan dat kasdroging zonder restwarmte gebruik geen haalbare business case oplevert tegenover de huidige slibverwerkingsmethoden. Het rapport geeft verder aan dat wanneer laagwaardige restwarmte wordt ingezet (tot 80°C) het maximaal haalbare d.s. gehalte van het slib 85% d.s. is. Dit gehalte is niet voldoende voor gebruik in de huidige SC Technology – ENCI keten en heeft dus nog een vorm van nadroging nodig. Toepassing van deze restwarmte komt met name in beeld wanneer ook kolengruis wordt toegepast.

3.10 Thermofiele vergisting - Thermische drukhydrolyse

In de huidige situatie worden de slibgistingen mesofiel bedreven, dat betekent dat deze op een temperatuur van 30-40°C worden gehandhaafd. Bij een thermofiele vergisting is deze temperatuur van 50-55°C. Het thermofiele proces gaat zodanig sneller dat de verblijftijd van de gisting kan worden verlaagd van 20 naar 10 dagen, wat bij een zelfde gistingsvolume een verdubbeling van de gistingcapaciteit betekent. De afbraak in de gisting en ook het ontwateringsresultaat zijn echter vergelijkbaar met mesofiel vergist slib. Hoewel nog niet alom toegepast, is thermofiele vergisting een voldoende bewezen technologie.

Toepassing van thermofiele vergisting zou daarom alleen interessant zijn om slib te kunnen gaan vergisten waarvoor thans geen gistingcapaciteit beschikbaar is. Dit is voor Noorderzijlvest en Hunze & Aa's niet aan de orde; al het slib van beide waterschappen wordt reeds vergist. Overigens is in december 2013 de capaciteit van de gisting reeds verhoogd door een optimalisatie in de bedrijfsvoering van de bandindikking (toepassing wals) op Garmerwolde, waarbij de indikking is verbeterd van 8% naar 10% d.s. Dit betekent een reductie van het slib-debiet naar de gisting van circa 20%. Een noodzaak om over te schakelen naar thermofiele gisting is er daarom niet.

De ervaring met thermische drukhydrolyse in den lande zijn niet onverdeeld gunstig. De voorgestelde rendementen in biogas productie en ontwatering worden vaak niet gerealiseerd. Daarnaast blijken investeringskosten vaak hoger uit te vallen dan in eerste instantie wordt voorgesteld. Deze techniek brengt risicovolle procesomstandigheden (hoge druk/hoge temp) met zich mee en vergt relatief hoge investeringen. Het advies is daarom vooralsnog geen initiatieven te ontwikkelen richting thermofiele vergisting of thermische drukhydrolyse.

Een alternatief voor de thermische drukhydrolyse is het pasturi/venturi-proces. Dit proces bevindt zich in de ontwikkelfase en is dus nog onvoldoende bewezen voor directe implementatie. Het slibstrategie team adviseert te blijven participeren in het pasturi/venturi onderzoek, omdat deze technologie kansrijk wordt geacht.

3.11 Groen gas

Bij groengas bestaan er in drie varianten: productie van CNG (compressed natural gas), LNG (liquid natural gas) of rechtstreekse levering van biogas. Groengas is een alternatief voor de route om biogas in de WKK's naar elektriciteit en warmte om te zetten. De meeste waterschappen volgen de route naar elektriciteit en warmte. De LNG-route naar groengas is voor ons in beeld gekomen doordat Waterschap Aa & Maas deze als uitgangspunt heeft meegegeven voor de uitbreiding van de rwzi 's-Hertogenbosch. De bestaande WKK's worden daar buiten gebruik gesteld; tussentijds gaat een belangrijk deel van het biogas nog naar de stoomketels van de naastgelegen Heineken-brouwerij en de noodzakelijke warmte voor de verwarming van de gisting wordt ingekocht van de warmtecentrale op snoeihout die aan de

overzijde van de straat gelegen is. De businesscase is vooral gebaseerd op het feit dat het eindproduct LNG als brandstof voor vervoermiddelen een hogere waarde heeft dan biogas of elektriciteit; in de elektriciteit- of gasroute moet geconcurrereerd worden met laagwaardigere bulkproducten. Om de businesscase sluitend te krijgen is een bepaalde hoeveelheid biogas benodigd; bij Garmerwolde wordt hier ruim aan voldaan. De businesscase is in een second en third opinion gevalideerd en levert voor Aa & Maas circa €600.000/jaar profijt op ten opzichte van de WKK-route. De business case wordt daar gedragen door de volgende zaken: (1) gasprijzen stijgen; elektriciteitsprijzen dalen; (2) gegarandeerde afname en -prijs voor het product.

Door Noorderzijlvest is in eigen beheer een scan uitgevoerd naar de haalbaarheid van groengas via de LNG route. Hierbij werd geconcludeerd dat groengas via deze route haalbaar is bij een biogasproductie 5 miljoen m³/j mits een prijs gegarandeerd kan worden van €0,90/kg LNG.

Gezien het feit dat een aanzienlijke investering nodig is en er onvoldoende ervaring is met deze techniek, heeft het slibstrategie team 2013 deze optie als niet interessant bestempeld. De LNG optie kan echter interessant worden wanneer de huidige WKK's aan groot onderhoud of vervanging toe zijn. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de noodzaak van een warmtebron voor de gistingen.

3.12 Fosfaatterugwinning

De fosfaatbronnen van de wereld zijn eindig. Om een toekomstig tekort te voorkomen is terugwinning/recycling interessant. Daarom is door de Nederlandse waterschappen hoog ingezet om fosfaat uit de water- en sliblijn terug te winnen. Hiervoor is de wet- en regelgeving rond fosfaatafzetmogelijkheden als kunstmest recentelijk aangepast.

Er bestaan thans twee route voor fosfaatterugwinning: vanuit de rejectiewater/filtraat van de slibontwatering/-indikking en vanuit verbrandingsas uit slib-monoverbranding. Via de eerste route kan slechts 10-15% van de fosfaatvracht worden teruggewonnen; vanuit as is dit circa 70%.

De totale hoeveelheid fosfaat in het slib voor Noorderzijlvest en Hunze & Aa's bedraagt circa 540 ton P/jaar. Bij terugwinning van 70% en de huidige marktprijs van €45/ton, geeft dit een jaarlijkse opbrengst van slechts €17.000. De fosfaatkprijs is hierbij grillig: medio 2008: €250/ton; onlangs €40/ton.

Fosfaatterugwinning via de waterlijn is weliswaar een werkende techniek, echter op dit moment is er geen sluitende business case met als doel alleen fosfaatterugwinning. De praktijkvoorbeelden die er nu zijn betreffen demo's of ontwikkelingscases. Dat is te verantwoorden om de technologie verder te ontwikkelen, echter niet elk waterschap hoeft dat te doen. In andere situaties is de businesscase gebaseerd op reductie van onderhoudskosten door voorkoming van scaling (Waternet) of is de terugwinning de goedkoopste verwijderingstechniek

als gevolg van hoge fosfaat gehalten in het afvalwater (industrie) of kan hiermee een uitbreiding van de zuivering worden voorkomen.

Fosfaatterugwinning via de as uit slib-monoverbranding wordt thans ontwikkeld bij SNB en HVC, maar is nog geen proven technology en ook nog niet breed beschikbaar.

Er wordt daarom geadviseerd voorlopig geen verder initiatieven te ontwikkelen ten aanzien van fosfaatterugwinning, maar de landelijke ontwikkelingen te volgen. Voor de toekomst heeft het de voorkeur de route via as te volgen aangezien daar de terug te winnen hoeveelheden fosfaat significant hoger zijn. Het is te overwegen bij de aanbesteding van de slibverwerking fosfaatterugwinning uit slib open te houden of zelfs als voorwaarde op te nemen. Dit betekent dan wel dat monoverbranding de enige passende eindverwerkingsroute is.

3.13 Vervanging FeCl_3 door MgCl_2 en/of $\text{Mg}(\text{OH})_2$

Momenteel wordt FeCl_3 toegevoegd als coagulant voor mechanische ontwatering om opgelost fosfaat neer te slaan in het slib. Daarnaast voorkomt FeCl_3 dosering het plakken van de slibkoeken aan de doeken van de kamerfilterpersen. Er is een mogelijkheid om FeCl_3 te vervangen door MgCl_2 en/of $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Het belangrijkste verwachte effect van vervanging van ijzertzouten door magnesiumzouten op de kamerfilterpers is direct kostenreductie door het prijsverschil tussen magnesiumzouten en FeCl_3 . Daarnaast biedt het toepassen van $\text{Mg}(\text{OH})_2$ voordelen bij slib-eindverwerking. De chlorides die bij verbranding ontstaan als gevolg van de huidige FeCl_3 dosering kunnen vermeden worden, waardoor corrosie problemen bij de eindverwerker voorkomen worden. Dit maakt dat het product, gedroogd slib, aantrekkelijker wordt voor eindverwerkers. Toepassen van $\text{Mg}(\text{OH})_2$ geeft dus meer flexibiliteit bij slib-eindverwerking. Er is echter weinig tot geen ervaring met het vervangen van FeCl_3 door MgCl_2 en/of $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Om deze reden raad het slibstrategie team een toegepast lab- en praktijk onderzoek aan.

Op lab-schaal kan onderzocht worden wat de directe effecten zijn van het vervangen van FeCl_3 door MgCl_2 en/of $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Ook kan onderzocht worden wat de beste doseer verhouding is tussen MgCl_2 en/of $\text{Mg}(\text{OH})_2$ en welke verblijftijd deze metaalzouten nodig hebben om voldoende effecten te bereiken.

De lab resultaten kunnen vervolgens getoetst worden middels een praktijk schaal onderzoek, waarbij de op lab-schaal meest gunstig bevonden combinatie van MgCl_2 en/of $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ingezet kan worden.

3.14 Fijnzeven - CADOS

Op rwzi Ulrum wordt de komende 2 jaar op praktijkschaal getest of cellulose ingezet kan worden om slib te ontwateren. Het zeefgoed dat overblijft kan omgezet worden in groene energie of bioplastic. De nieuwe manier van zuiveren kan ten opzichte van de huidige manier van slibontwatering een grote besparing opleveren in het verbruik van energie en chemicaliën en

maakt het zuiveringsproces eenvoudiger. Daarnaast is er veel minder slibtransport nodig, omdat het slib wordt ontwaterd op locatie met als uiteindelijk resultaat een kostenbesparing en een lagere belasting van het milieu.

Het product dat overblijft na ontwatering (zeefgoed met een hoog cellulosegehalte) kan van grote waarde voor afvalverwerkers zijn. Dit zeefgoed is te gebruiken voor de productie van groene energie en biedt ook mogelijkheden voor verdere opwerking tot hoogwaardiger grondstoffen, zoals board of bioplastics. Eind 2015 vindt een tussenevaluatie plaats. Eind 2017 wordt de eind evaluatie opgemaakt. Eerste indicatieve berekeningen geven een groot besparingspotentieel aan en een terugverdientijd van circa zes jaar.

De impact op de slibverwerking is groot: het slib wordt in dit geval niet of in ieder geval nog maar zeer beperkt omgezet in biogas en elektriciteit. De huidige slibverwerkingsroute inclusief de eindverwerking is dan niet meer aan de orde, tenzij een eindverwerking naar afvalverwerkers of bioplastics niet rendabel blijkt. Deze techniek zit echter nog in een zo vroeg ontwikkelingsstadium en de ontwikkeling van de waarde in de gehele keten moet nog plaatsvinden. Dit betekent dat er op dit moment geen rekening mee gehouden kan worden bij de afweging van de andere maatregelen.

3.15 Pasturi Destructie

In 2014 is Noorderzijlvest in samenwerking met STOWA, Witteveen en Bos en Water & Energy Solutions het onderzoek Pastrui Destructie gestart. De techniek omvat het samenvoegen van venturi destructie met een pasteurisatie stap ten behoeve van slibdestructie.

Uit het onderzoek kwam naar voren dat vooral een pasteurisatie stap van 4 uur op 55°C een aanzienlijke sprong van +39% in biogasproductie teweeg bracht in de gisting. De verhoogde biogas opbrengst gaat gepaard met verhoogde droge stof afbraak. De verhoogde droge stof afbraak zorgt ervoor dat er minder slib naar de eindverwerking gaat.

De resultaten dienen echter als indicatief aangemerkt te worden, aangezien ze alleen nog verkregen zijn op labschaal. Verder onderzoek is nodig om vast te stellen wat de mogelijkheden van deze techniek op praktijkschaal zijn.

Het slibstrategie team merkt deze techniek aan als zeer interessant voor de toekomst. Dit omdat het past in de gekozen route van het reduceren van slibproductie.

3.16 Alginaten - Bioplastics

Afvalwater en slib bestaan voor een groot deel uit organische verbindingen. Deze verbindingen kunnen al dan niet via slib worden omgezet in bioplastics, producten met een hoge toegevoegde waarde. Er zijn drie verschillende routes voor productie van bioplastics in ontwikkeling. Voor alle technologieën geldt dat de productie van bioplastics leidt tot minder slib en een lagere biogasproductie. (1) De technologie van Paques richt zich vooral op bioplastics-productie vanuit koolstofrijk – en dus industrieel – afvalwater en wordt ontwikkeld bij Mars.

Deze technologie is niet relevant voor het waterschap. (2) Veolia/Anox Kaldness richt zich op de productie van bioplastics uit met name slib. De technologie voor de productie ervan is thans bewezen op de rwzi Brussel. Men geeft ook aan de verdere keten voor opwerking en verwaarding te hebben uitgewerkt. Recent is een pilotplant gestart op de rwzi Leeuwarden (3) RoyalHaskoningDHV ontwikkelt de opwerking van alginaten vanuit Nereda-korrels. De technologie is nog in ontwikkeling.

Voordeel van (3) ten opzichte van (1) en (2) is dat het slib cq de korrels reeds alginaten bevatten en dat ze bij de andere technologieën nog moeten worden gemaakt. Dat scheelt een stap. Mocht de technologie van (3) volwassen worden én leiden tot een positieve businesscase dan ligt toepassing ervan op Garmerwolde voor de hand aangezien dit een van 's werelds grootste Nereda-installaties is. Bij toepassing ervan voor de huidige situatie op Garmerwolde zal dit tot een daling van de slib- en biogasproductie leiden van maximaal 5%.

De haalbaarheid van de technologie is later vooral afhankelijk van waarin het koolstof tot de meeste toegevoegde waarde kan worden omgezet: biogas/elektriciteit, CNG/LNG, bioplastics of syngas (en de daaruit te produceren grondstoffen). Het ligt niet voor de hand dat deze technologieën naast elkaar worden toegepast, aangezien het de verwachting is dat slechts een focus met grootschalige toepassing bij de nieuwe technologieën leidt tot een haalbare positieve businesscase.

Geen van de bioplastics-technologieën is thans in staat een positieve businesscase met slib te produceren. De hoge verwachtingen zijn vooral kwalitatief. Zowel RHDHV als Veolia/Anox Kaldness geven aan dat wanneer de bioplastics-technologie zou worden toegepast, toepassing van thermofiele vergisting en/of thermische drukhydrolyse niet (meer) relevant/gewenst is. Dit geldt mogelijk ook voor de groengas route. Het advies van het slibstrategie team is daarom productie van bioplastics niet toe te passen.

3.17 Vergassing

Vergassing is een alternatief voor verbranding. Bij vergassing wordt syngas geproduceerd, dat in gasmotoren kan worden benut voor elektriciteitsproductie (niet te verwarren met biogas vanuit de gisting). Met syngas kunnen ook hoogwaardige producten zoals butanol worden gegenereerd. Het residu is beperkt tot de asrest, die ingezet kan worden voor de terugwinning van fosfaat. De techniek voor slibvergassing is nog niet aantoonbaar toegepast.

De technologie is voor zuiveringsslib bewerkelijk, omdat het slib eerst gedroogd moet worden. Mede als gevolg van de hoge procestemperatuur, verloopt de technische ontwikkeling langzamer dan verwacht. Aangezien slib als afvalstroom gekenmerkt wordt, zal de rookgasemissie aan de strenge normen moeten voldoen. Dit maakt de rookgasreiniging relatief duur.

In Nederland is er nog geen vergassingsinstallatie voor zuiveringsslib operationeel. Wel heeft er co-vergassing plaatsgevonden in de kolenvergasser in Buggenum. In Duitsland vindt al wel vergassing plaats van gedroogd zuiveringsslib. Met name de milieu-juridische vragen

over de emissies naar lucht zijn nog niet beantwoord.

Het lijkt verstandig eerst de ontwikkelingen in Duitsland af te wachten. Echter bij een positieve ontwikkeling daarin is het nog maar de vraag of vergassing van de grond komt, omdat vele waterschappen hebben aangegeven hierin niet mee te willen investeren en tegelijk potentiële exploitanten hebben aangegeven hier niet alleen in te willen investeren. Hierdoor lijkt een patstelling te ontstaan, wat nog eens wordt versterkt door een overcapaciteit in de bestaande eindverwerking.

De verwachting is dat het zeker nog 5 tot 10 jaar duurt voordat de technologie als bewezen beschouwt kan worden. Maar zelfs dan is het vraag of de technologie ten opzichte van de inmiddels bewezen monoverbrandingstechniek economisch haalbaar is. Wat dat betreft lijkt het produceren van hoogwaardiger producten uit syngas zoals butanol, meer perspectief voor de vergassingstechniek te geven. De ontwikkeling hiervan staat echter nog in de kinderschoenen. Het is dan ook geen alternatief om rekening mee te houden bij afloop van de overeenkomst met SCT.

3.18 Hogedruk gisting - Bareau

Bij de Bareau-technologie wordt hoge druk toegepast gecombineerd met mesofiele gisting. Hierbij ontstaat groengas (aardgaskwaliteit). De slibafbraak is vergelijkbaar met een normale gisting. Toepassing lijkt eerder economisch haalbaar bij een kleinere dan bij een grotere gistingsinstallatie. Er is momenteel geen goed onderbouwde positieve business case beschikbaar.

3.19 Ultra lage temperatuur droging

In de tweede helft van 2014 heeft op rwzi Garmerwolde een pilot schaal ultra lage temperatuur droging plaatsgevonden. Hierbij zijn 2 technologieën onderzocht:

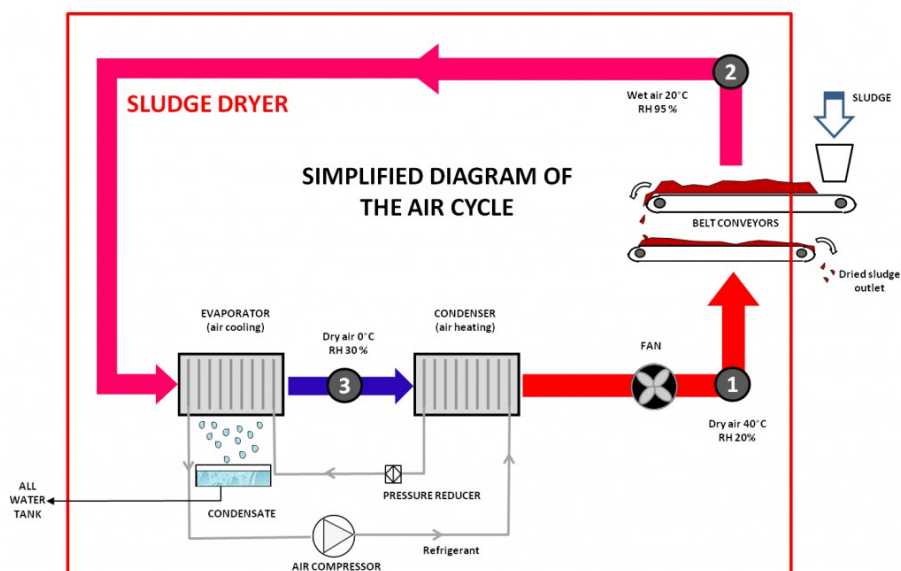
- Ultra lage temperatuur droging middels warmtepompen in een gesloten systeem
- Ultra lage temperatuur droging middels restwarmte

Warmtepompen in gesloten systeem

Om ultra lage temperatuur droging (ULTD) uit te voeren is een literatuurstudie uitgevoerd naar mogelijke bewezen technieken. Hieruit kwam 1 interessante mogelijkheid naar voren. Deze mogelijkheid is ultra lage temperatuur droging middels warmtepompen in een gesloten systeem. Bijvoorbeeld de Zwitserse firma Watropur levert installaties voor slibdroging die gebruik maken van deze techniek.

Figuur 3.7 laat het principe van de warmtepomp droger zien. Te zien is dat lucht van 40°C en 20% luchtvochtigheid door lopende banden geblazen wordt waar slibkoek op ligt. De lucht verlaat de lopende banden op 20°C met 95% luchtvochtigheid. Deze lucht wordt vervolgens gekoeld tot 0°C, waardoor het water in de lucht gecondenseerd wordt. Na koeling wordt de

Figuur 3.7: Principe droging warmtepompen gesloten systeem (schematisch)



lucht weer opgewarmd tot 40°C, waarbij de luchtvochtigheid 20% is. De aandrijving voor het principe van condenseren en verwarmen wordt verzorgd door een compressor.

Het grote voordeel van het voorgestelde warmtepomp principe is dat het een gesloten systeem is. Hierdoor is geen luchtbehandeling nodig en wordt geurvorming tot nagenoeg nul gereduceerd. Ook is het principe zeer efficiënt. Waar SC Technology 0,75 kWh per kg. waterverdamping nodig heeft aan energie, heeft de warmtepomp installatie 0,35 - 0,40 kWh per kg. waterverdamping nodig.

Op basis van de bevindingen uit het pilot schaal onderzoek en de waardes die een leverancier aangeeft is een business case opgesteld voor Noorderzijlvest en Hunze & Aa's.

Tabel 3.6: Business case ULTD vergelijk met SC Technology

Slibdroging	Aardgas (Euro/jaar)	Elektriciteit (Euro/jaar)	Vaste kosten (Euro/jaar)	Afzet product (Euro/jaar)	Totaal (Euro/jaar)
SC Technology	2.050.000	360.000	2.270.000	600.000	5.280.000
ULTD	-	1.290.000	1.540.000	440.000	3.270.000

Tabel 3.6 laat het verschil in kosten zien tussen de huidige manier van slib-eindverwerking en toepassing van het ULTD principe. Hierbij is voor de berekening van de vaste kosten uitgegaan van ULTD investeringskosten van 17.500.000 Euro, een afschrijvingstermijn van 15 jaar en een rente van 4%. Ook zijn onderhoudskosten van 150.000 Euro/jaar meegenomen in de vaste koten berekening.

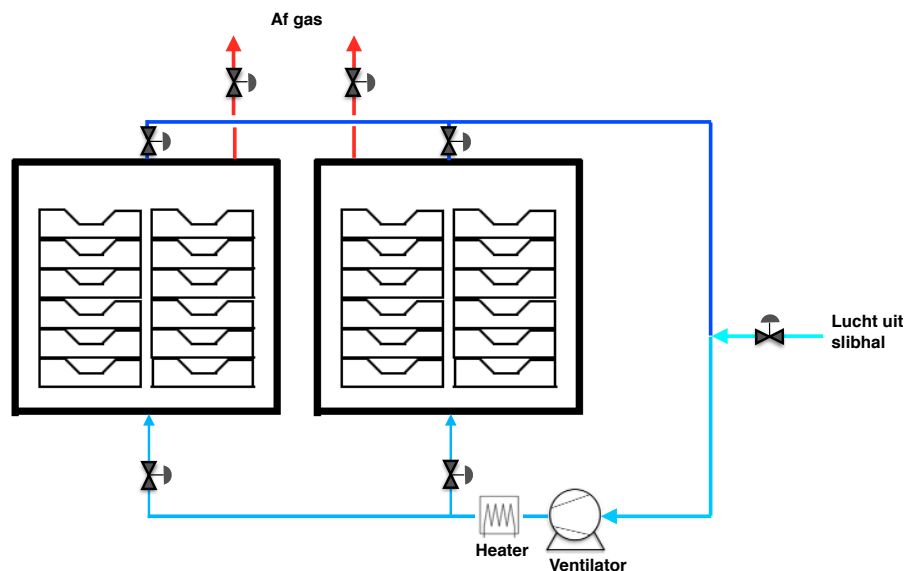
Tabel 3.6 laat zien dat er door het inzetten van de ULTD installatie ongeveer 2.010.000 Euro per jaar bespaard kan worden. Dit is een kostenreductie voor slib-eindverwerking van 38%.

Omdat de ULTD installatie modulair opgebouwd is, is deze schaalbaar. Ook betekent de modulaire opbouw dat het gehele systeem niet uit bedrijf genomen hoeft te worden bij onderhoud van 1 module. Het slibstrategie team raad dan ook aan deze manier van slibdroging toe te passen, eventueel in combinatie met membraanfilterpersen en gruisontwatering. Business cases van deze gecombineerde mogelijkheden worden besproken in het hoofdstuk Strategie.

Inzetten restwarmte WKK's

Naast ultra lage temperatuur droging middels warmtepompen, is ook onderzoek gedaan naar droging middels restwarmte van de WKK's. Hiervoor is een nieuwe pilot installatie ontworpen waarbij warme lucht in een klimaatkast door sliblagen heen kon worden geblazen.

Figuur 3.8: Principe restwarmtedrogingsinstallatie (schematisch)



Figuur 3.8 laat schematisch het principe zien van de restwarmtedrogingsinstallatie. Gezien het feit dat dit een test installatie betrof, is niet daadwerkelijk met restwarmte gewerkt. In plaats daarvan is een verwarmingselement gebruikt om de lucht naar een gewenste temperatuur te brengen.

Hoewel er ten tijden van schrijven nog geen rapportage van de resultaten van de proeven beschikbaar is, kan wel gezegd worden dat het mogelijk is om middels lage temperatuur restwarmte slibkoek te drogen. Er is echter aanvullend onderzoek en verder ontwikkeling nodig om een dergelijke installatie in de praktijk toe te passen. Gezien het gegeven dat het slibstrategie team alleen aanbevelingen doet op basis van bewezen technologie, kan opgemerkt worden dat deze optie voor slibdroging geen verder onderdeel van de slibstrategie.

3.20 Resultaten slibstrategie studie Noordelijke waterschappen

Doel van het project was om inzichtelijk te maken wat de meerwaarde van samenwerking voor de verwerking van zuiveringsslib is. Deze waterschappen laten hun zuiveringsslib verwerken door marktpartijen. Voor de meeste waterschappen lopen de contracten in de komende jaren af. Daarom was heroriëntatie op de markt geboden. Tevens waren ontwikkelingen en akkoorden ten aanzien van energiebesparing en grondstoffen terugwinning aanleiding om de slibverwerking nader te onderzoeken.

Tabel 3.7 uit het eindrapport van de slibstrategie studie van de Noordelijke waterschappen geeft inzicht in de slibverwerkingstarieven van de ongebonden waterschappen. Hierin zijn de nieuwe tarieven voor de waterschappen Zuiderzeeland en Groot Salland en Wetterskip Fryslân nog niet verwerkt.

Tabel 3.7: Overzicht slibeindverwerking ongebonden waterschappen

Waterschap	Droging	Eindverwerker	Tarief (€ per ton d.s.)	Einddatum contract
Noorderzijlvest	Aardgas	SC Technology - ENCI	473	2017
Hunze & Aa's	Aardgas	SC Technology - ENCI	473	2017
Wetterskip Fryslân	Aardgas	SC Technology - ENCI	382	2016
Velt & Vecht	Compostering	GMB - kolencentrale	359	2014
Reest & Wieden	Compostering	GMB - kolencentrale	359	2014
Groot Salland	Compostering	GMB - kolencentrale	330	2014
Vallei & Eem	Compostering	GMB - kolencentrale	297	2017
Veluwe	Compostering	GMB - kolencentrale	297	2017
Zuiderzeeland	Monoverbranding	HVC (rest)	310	2013
	Compostering	GMB - Kolencentrale	263	2013
Rijn & IJssel	Compostering	GMB - Kolencentrale	370	2018

In tabel 3.7 zijn de kosten per ton d.s. weergegeven. Noorderzijlvest en Hunze & Aa's betalen thans ongeveer €110 per ton slibkoek. De prijzen per ton slibkoek voor Zuiderzeeland, Groot Salland en Fryslân liggen tussen €60-70 per ton slibkoek. Hierbij moet in acht worden genomen dat deze waterschappen aanzienlijk minder slib vergisten dan Noorderzijlvest en Hunze & Aa's en dus meer slib voor eindverwerking aanbieden. Dit betekent dat de vaste kosten voor de eindverwerking ook worden uitgesmeerd over meer tonnen. Desondanks moet worden aangenomen dat lagere prijzen dan €110 per ton koek mogelijk zijn. Het eerder genoemde rapport verwacht een daling van de markttarieven tot circa €55 per ton mechanisch ontwaterd slib (23% d.s.).

De belangrijkste conclusies voor Noorderzijlvest en Hunze & Aa's van dit onderzoek zijn:

- Het verder reduceren van de slibhoeveelheid is gewenst. Eventueel kan in samenwerking met andere waterschappen overcapaciteit van gistingen benut worden.
- Het toepassen van Ultra Lage Temperatuur Droging (ULTD), leidt potentieel tot lagere kosten en duurzaamheidsverbetering.
- Het terugwinnen van fosfaat via de mono-verbranding of mono-vergassing leidt potentieel tot de grootste hoeveelheid terug te winnen fosfaat. Hiervoor is echter nog geen economisch haalbare business case op te stellen.

3.21 Conclusies

De huidige manier van slib-eindverwerking bij SC Technology brengt relatief hoge kosten met zich mee. Er dient na uitdienen van het contract (31-12-2017) gekozen te worden voor een optie die lagere kosten met zich mee brengt.

Bij deze keuze is flexibiliteit belangrijk. Het vastzitten aan een contract met een slib-eindverwerker voor meer dan 5 jaar kan het inspelen op toekomstige (technische) ontwikkelingen belemmeren.

Slib eindverwerking bij SNB of HVC is voor Noorderzijlvest en Hunze & Aa's geen optie vanwege de hoge transportkosten die hiermee gemoeid zijn. De mogelijkheid om slibkoek naar GMB in Zutphen te brengen kan open blijven als back-up, maar is wederom gezien de relatief hoge transportkosten niet aantrekkelijk.

Voor het bijstoken van slib in een afvalverbrandingsinstallatie geldt ook dat dit open kan blijven als back-up optie. Naar verwachting zijn bij afvalverwerkers met alleen een gate-fee verdienmodel de kosten te hoog. Alleen afvalverwerkers die een nuttige toepassing hebben voor de energie die ze produceren, zoals stoom levering aan industriële partijen, zouden mogelijk een concurrerend verwerkingstarief kunnen bieden.

Wanneer een slib een product wordt met economische waarde, worden kosten voor slibverwerking drastisch gereduceerd. De enige vorm van slib met een economische waarde is gedroogd slib (>90% d.s.). Deze waarde komt voort uit de energie inhoud van het slib. Om transportkosten te reduceren dient droging van slib op of zo dicht mogelijk bij Garmerwolde plaats te vinden. De beste optie hiervoor is lage temperatuur droging middels warmtepompen, eventueel gecombineerd met droging middels restwarmte van de WKK's.

Investeringskosten voor een een lage temperatuur slibdrogingsinstallatie kunnen gereduceerd worden door vergaand mechanisch te ontwateren. Om deze reden wordt aanbevolen om gruisontwatering toe te passen en mechanisch te ontwateren met membraanfilterpersen.

Het pasturi/venturi-proces is tot nog toe alleen op lab-schaal bewezen. Het slibstrategie team

bestempeld deze technologie echter als zeer interessant, omdat op een kosteneffectieve manier een hogere slib afbraak in de gisting gerealiseerd kan worden. Geadviseerd wordt te blijven participeren in het vervolgonderzoek of het vervolgonderzoek zelf op te zetten.

Als laatste wordt geadviseerd om proeven te doen met het vervangen van het coagulant FeCl_3 door MgCl_2 en/of $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Deze mogelijkheid dient echter verder onderzocht te worden door het uitvoeren van lab- en praktijkproeven.

Aanbevolen wordt te blijven participeren in de volgende ontwikkelingen:

- Fijnzeven/CADOS: Ontwikkelingstraject is 4 jaar. Kan een omslag in slibverwerking betekenen
- Pasturi Destructie: Zeer interessant. Vervolg onderzoek is echter nodig.

Aanbevolen wordt om de volgende interne optimalisatie mogelijkheden **NIET** Uit te voeren:

- Gebruik restwarmte industrie: Ongunstige slibkoek transportkosten en afhankelijkheid industrie
- Decentraal ontwateren: Leidt tot kostenverhoging
- Thermofiele gisting: Onnodig omdat voldoende gistingcapaciteit beschikbaar is
- Thermische Drukhydrolyse: Hoge investeringskosten en onzekere opbrengsten
- Groen gas: Ongunstige business case
- Fosfaatterugwinning: Negatieve business case
- Alginate/bioplastict: (Nog) geen positieve business case
- Vergassing: Nog geen bewezen technologie
- Hoge druk gisting/Bareau: Economisch niet haalbaar

HOOFDSTUK 4

Visie

Slib dient gezien te worden als een grondstof met economische waarde. Door het toekennen van waarde aan het product "slib" kunnen de kosten binnen de slibketen aanzienlijk verlaagd worden.

Voor de waterschappen Noorderzijlvest en Hunze & Aa's betekent dit dat slib kosteneffectief als duurzame energiebron kan worden ingezet binnen de randvoorwaarden van een zekere slibverwerking.

4.1 Visie slibverwerking Noorderzijlvest en Hunze & Aa's

Noorderzijlvest en Hunze & Aa's zijn de eerste waterschappen die in 2018 slib als product met economische waarde in de markt gaan zetten als flexibele duurzame energiebron. Hierdoor hebben Noorderzijlvest en Hunze & Aa's de laagste slibverwerkingskosten per i.e. van Nederland. Daarnaast hebben Noorderzijlvest en Hunze & Aa's ecologisch de beste slibverwerkingsketen. Zo heeft de slibketen de laagste CO₂ uitstoot van Nederland.

HOOFDSTUK 5

Strategie

Uit de evaluatie van de onderzochte mogelijkheden kwamen projecten naar voren die leiden tot een significante kostenreductie binnen de slibketen. Deze kostenreductie gaat gepaard met een toename in energieproductie en een verhoogde vermeden CO₂ uitstoot.

De voorgestelde slibstrategie bestaat dus uit de volgende projecten:

- Maximaal mechanisch ontwateren middels membraanfilterpersen
- Het toepassen van gruisontwatering
- Efficiënt drogen met warmtepompen (ULTD)

Het inzetten van ULTD zorgt ervoor dat slibkoek zeer efficiënt gedroogd kan worden. Hoewel deze manier van droging gepaard gaat met een laag energieverbruik, is het totale energiegebruik voor slib droging nog steeds gekoppeld aan de te verdampen hoeveelheid water. Een lagere hoeveelheid water die verdampt moet worden, betekent hier een lager energiegebruik. Daarnaast betekent een reductie in waterverdampingshoeveelheid een reductie in de omvang van de waterverdampingsapparatuur. Dit laatste geeft weer een reductie in investeringskosten.

Om ervoor te zorgen dat er zo min mogelijk water verdampt hoeft te worden, dient er zo goed mogelijk mechanisch ontwaterd te worden. In de huidige situatie worden voor de mechanische ontwatering kamperfilterpersen gebruikt. Deze kamperfilterpersen halen een gemiddeld koek droge stof gehalte van 26%. Wanneer de kamperfilterpersen vervangen worden door membraanfilterpersen, kan naar verwachting ten minste 30% droge stof bereikt worden. Wanneer aan het slib daarnaast kolengruis wordt toegevoegd kan ten minste 38% droge stof bereikt worden na mechanische ontwatering. Een investering in membraanfilterpersen in combinatie met gruisontwatering zorgt dus voor lagere investeringskosten en operationele kosten voor slib droging.

Het slibstrategie team heeft voor de voorgestelde projecten door R2D Consult een kostenraming laten uitvoeren. Hierbij is altijd van een worst case scenario uitgegaan. Dit betekent dat de geraamde investeringskosten de maximaal te verwachten kosten zijn. De geraamde investeringskosten zijn verwerkt in een overall business case. De kerngetallen van deze business case staan weergegeven in tabel 5.1.

Tabel 5.1: Overzicht business case slibstrategie

	Huidige situatie	Nieuwe situatie	
Investeringskosten	NVT	23.000.000	Euro (Incl. Btw.)
Besparing variabele kosten	NVT	3.600.000	Euro/jaar (Incl. Btw.)
Kapitaallast	NVT	2.000.000	Euro/jaar (Incl. Btw.)
Kosten slibketen totaal	8.400.000	6.800.000	Euro/jaar (Incl. Btw.)
Kosten per i.e.	8,06	6,48	Euro (Incl. Btw.)/jaar
Energie verbruik	-18.000.000	-37.800.000	kWh/jaar
CO2 uitstoot	-2.600	-8.500	ton/jaar
WATERVERDAMPING	36.000	25.000	ton/jaar

Uit tabel 5.1 valt op te maken dat membraanfilterpersen in combinatie met gruisontwatering de totale hoeveelheid te verdampen water reduceren van 36.000 ton/jaar naar 25.000 ton/jaar. De investeringskosten voor deze projecten, in combinatie met ULTD, komen uit op 23.000.000 Euro. Met een afschrijving in 15 jaar en een gehanteerd rentepercentage van 4% komt de kapitaallast van deze investering op 2.000.000 Euro/jaar. In ruil voor de kapitaallast wordt ten minste 3.600.000 Euro per jaar bespaard op variabele kosten, wat de totale kosten van de sliblijn van 8.400.000 naar 6.800.000 brengt.

Bij deze getallen dient rekening gehouden te worden met het feit dat het hier gaat om de maximaal te verwachten investeringskosten. Daarnaast zijn de verwachte ontwateringsrendementen en het te betalen rentepercentage defensief ingeschat. Het betreft hier dus een dubbel worst case scenario. De verwachting is dan ook dat de business case in de praktijk gunstiger uit zal vallen.

5.1 Uitvoering slibstrategie

Hoewel zoals beschreven de drie slibstrategie projecten niet los van elkaar gezien dienen te worden, geeft tabel 5.2 geeft een overzicht van de investeringskosten per project. Ook wordt het jaar van uitvoering weergegeven in de tabel.

Tabel 5.2: Raming maximale investeringskosten

Project	Investeringskosten (Euro (Incl. Btw.))	Jaar van realisatie
Gruisontwatering	500.000	2016
Membraanfilterpersen	7.800.000	2017
ULTD Fase 1	1.000.000	2017
ULTD Fase 2	13.700.000	2019
Totaal	23.000.000	-

Gruisontwatering

Het is de doelstelling van het slibstrategie team om allereerst in 2016 het project gruisontwatering te realiseren. Dit, omdat ook binnen het slibverwerkingscontract met SC Technology, gruisontwatering een positieve business case oplevert. Door al bij de kamerfilterpersen het ontwateringsresultaat op te krikken van 26% ds naar 34% ds, hoeft er minder aardgas verstoekt te worden bij SC Technology. Deze energiereductie wordt binnen het huidige contract direct doorberekend aan de waterschappen. Wel dient voor het toepassen van gruisontwatering overeenstemming met SC Technology bereikt te worden over de vergoeding van het kolenaandeel in de slibkoek.

Uit informele gesprekken met SC Technology en Heidelberg Cement is gebleken dat men in ieder geval 70% van de inkoop kosten van de kolen wil vergoeden. Met deze aanname is de business case van tabel 5.3 opgesteld.

Tabel 5.3: Business case Gruisontwatering

Ontwatering	Koek d.s.	Kostenvoordeel (Euro/jaar)	Investeringskosten (Euro)	Terugverdientijd (jaar)
Huidig	26%	-	-	-
Gruis	34%	350.000	500.000	1,4

In tabel 5.3 valt te zien dat met een kostenvoordeel van 350.000 Euro per jaar en de maximaal geraamde investeringskosten (tabel 5.4) van 500.000 Euro de terugverdientijd van het project op 1,4 jaar ligt.

Tabel 5.4: Kostenraming Gruisontwatering (Euro (Incl. Btw.))

Post	WTB	E/I	Civiel	Totaal
Tank 60 m ³	60.000		60.000	120.000
Pompen	30.000	30.000	10.000	70.000
Leidingwerk	30.000	-	5.000	35.000
Appendages	10.000	10.000	5.000	25.000
Metingen	-	15.000	-	15.000
Uitvoering + Engineering	-	-	-	80.000
Begroting onnauwkeurigheid	-	-	-	155.000
Totaal	130.000	55.000	80.000	500.000

Membraanfilterpersen

Tegelijk met de voorbereidingen voor het toepassen van gruisontwatering in 2016 dient gestart te worden met de voorbereidingen voor het plaatsen van 3 membraanfilterpersen. In vergelijking met het gruisontwateringsproject, geldt voor dit project een hogere mate van complexiteit. Om deze reden wordt meer tijd genomen voor de realisatie.

Het is de verwachting dat de membraanfilterpersen het ds gehalte na mechanische ontwatering in combinatie met gruisontwatering van de huidige 26% ten minste brengen naar 38% ds. Met deze defensieve inschatting worden de investeringskosten voor de ULTD apparatuur

naar verwachting met 10% verlaagd. En wordt de benodigde energie voor slibdroging met 30% verlaagd.

Er wordt voorgesteld om 3 membraanfilterpersen te plaatsen met een overcapaciteit van 30%. Deze 30% is de maximale variatie in de hoeveelheid slib die de sliblijn te verwerken krijgt. Daarnaast komt continue bedrijfsvoering met deze overcapaciteit niet in gevaar, doordat 2 membraanfilterpersen vrijwel altijd het slib kunnen verwerken als er 1 pers in onderhoud is. Er is in Nederland ervaring op het gebied van 24-uurs bedrijf van membraanfilterpersen met automatische koeklossing. Hoewel 24-uurs bedrijf aantrekkelijk is met betrekking tot de geïnstalleerde grootte van de apparatuur, is voor de slibstrategie 24-uur bedrijf noodzakelijk. Het bedrijf van de membraanfilterpersen hangt namelijk samen met de ULTD apparatuur. Deze apparatuur functioneert optimaal bij een continue voeding van slib. Het continu voeden van de ULTD apparatuur zou opgelost kunnen worden door middel van het vergroten van de tussentijdse buffercapaciteit, maar deze oplossing zou qua operationele kosten en investeringskostentechnisch duurder uit vallen.

De business case rondom het plaatsen van membraanfilterpersen dient samen met gruisontwatering en ULTD bekeken te worden. Echter, er kan ook gesteld worden dat een investering in membraanfilterpersen een vervangingsinvestering is. De huidige kamerfilterpersen zijn namelijk aan het einde van hun levensduur. Vervanging van de kamerfilterpersen kost naar schatting 5.000.000 Euro. Een investering in membraanfilterpersen van 7.800.000 Euro is dus zeer aantrekkelijk, gezien de positieve effecten op de gehele slibstrategie.

De totale raming van de investeringskosten voor het plaatsen van membraanfilterpersen staat weergegeven in tabel 5.5.

Tabel 5.5: Kostenraming Membraanfilterpersen (Euro (Incl. Btw.))

Post	WTB	E/I	Civiel	Totaal
Persen (3)	4.550.000	240.000	60.000	4.850.000
Pompen	35.000	35.000	10.000	80.000
Leidingwerk	70.000	-	5.000	75.000
Metingen	-	20.000	-	20.000
Sloop oude persen	45.000	24.000	10.000	79.000
Automatisering	-	240.000	-	240.000
Uitvoering + Engineering	960.000	170.000	25.000	1.155.000
Begroting onnauwkeurigheid	1.140.000	140.000	21.000	1.301.000
Totaal	6.800.000	869.000	131.000	7.800.000

ULTD

De laatste stap binnen de slibstrategie is het inzetten van ULTD voor het drogen van slib. Deze technologie omvat het inzetten van warmtepompen in een gesloten systeem, zodat geen afgas behandeling nodig is. De vermeden afgas behandeling zorgt voor een aanzienlijke kostenreductie en brengt operationele eenvoud met zich mee.

De investeringskosten voor de ULTD droogstap omvatten generiek slibkoek transport systemen, droog apparatuur en opslagcapaciteit voor gedroogd slib. De investeringskosten voor ULTD staan weergegeven in tabel 5.6.

Tabel 5.6: Kostenraming ULTD (Euro (Incl. Btw.))

Post	WTB	E/I	Civil	Totaal
Transportsystemen	1.260.000	310.000	90.000	1.660.000
ULTD's + gebouw	5.930.000	230.000	1.100.000	7.260.000
Pompen	35.000	35.000	12.000	82.000
Leidingwerk	60.000	-	6.000	66.000
Schakelstation	60.000	610.000	12.000	682.000
Automatisering	-	250.000	-	250.000
Uitvoering + Engineering	1.470.000	400.000	360.000	2.230.000
Begroting onnauwkeurigheid	1.800.000	370.000	300.000	2.470.000
Totaal	10.615.000	2.205.000	1.880.000	14.700.000

Er valt te zien in tabel 5.1 dat de uitvoering van ULTD opgesplitst wordt in 2 fases. Dit wordt gedaan om operationele ervaring op te doen met bewezen ULTD apparatuur in een nieuwe situatie. De consequentie van het opsplitsen in fases van het ULTD project is, dat het contract met SC Technology met 2 jaar verlengt dient te worden, of via tendering tijdelijk een alternatieve slibverwerkingsroute gezocht zal moeten worden. Het slibstrategie team heeft deze consequentie afgewogen tegen het risico om in een keer de totale ULTD installatie met alle randapparatuur en logistieke benodigheden te plaatsen. Gezien het feit dat het op een nieuwe wijze inzetten van bewezen ULTD technologie een investering vergt van 14.700.000 Euro, wordt toch een stapsgewijze implementatie geadviseerd aan het bestuur. De voorbereiding van het de eerste fase van het project dient hierbij gestart te worden in 2016. De voorbereiding van het tweede project dient gestart te worden in 2018.

Het effect van de voorgestelde slibstrategie projecten wordt weergegeven in tabel 5.7. De tabel laat zien dat de investeringen de slibverwerkingskosten van 8,06 naar 6,48 brengen in de nieuwe situatie. Ook hierbij geldt dat deze berekening tot stand gekomen is met alleen defensieve aannames.

Tabel 5.7: Overzicht effecten slibstrategie

	Huidige situatie	Nieuwe situatie	
Energie verbruik	-18.000.000	-37.800.000	kWh/jaar
CO2 uitstoot	-2.600	-8.500	ton/jaar
Kosten per i.e.	8,06	6,48	Euro (Incl. Btw.)
Investeringskosten	NVT	23.000.000	Euro (Incl. Btw.)
Besparing variabele kosten	NVT	3.600.000	Euro/jaar (Incl. Btw.)
Kapitaallast	NVT	2.000.000	Euro/jaar (Incl. Btw.)
Kosten totaal	8.400.000	6.800.000	Euro/jaar (Incl. Btw.)