

Afvalwaterzuivering Biomineralen Roosendaal

conceptontwerp

definitief

Biomineralen BV
Hoofdstraat 65
5109 AB 's Gravenmoer

Grontmij Nederland B.V.
De Bilt, 18 juni 2014

Verantwoording

Titel : Afvalwaterzuivering
Biomineraleen Roosendaal

Subtitel : conceptontwerp

Projectnummer : 338114

Referentienummer :

Revisie : rev1

Datum : 18 juni 2014

Auteur(s) : ir J. (Jip) van Limpt

E-mail adres : jip.vanlimpt@grontmij.nl

Gecontroleerd door : ing G. (Geert) Notenboom

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door :

Paraaf goedgekeurd :

Contact : Grontmij Nederland B.V.
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt
T +31 30 220 74 44
F +31 30 220 02 94
www.grontmij.nl

Samenvatting

De biologische zuivering van Biomineralen Roosendaal wordt ontworpen op een vracht van 166 kg N per dag. Het verwachte verwijderingsrendement zal ongeveer 95% (op basis van N-totaal) zijn. In het influent is stikstof aanwezig als ammonium en nitriet, in het effluent voornamelijk als ammonium.

De biologische reactor is een cilindrische tank met een diameter van 7 m en een hoogte van 6,5 m. De tank zal op maaiveldhoogte geplaatst worden. Onder de toebehoren een blowerinstallatie, een warmtewisselaar, een chemicaliëndosering, een opslagtank van 40 m³ voor een koolstofbron en een slibwaterscheider. Als koolstofbron zal een organische reststof ingezet worden die geen zonering behoeft.

De stichtingskosten worden geraamd op € 440.000 ex btw (+/- 40%) en de operationele kosten op € 90.000 per jaar ex btw (+/- 40%).

Inhoudsopgave

1	inleiding.....	5
2	uitgangspunten.....	6
2.1	onderliggende documenten	6
2.2	terrein en omgeving.....	6
2.3	influent	6
3	beschrijving van de installatie	8
3.1	stroomkeuze	8
3.2	over de nitrietroute	8
3.3	over de installatieonderdelen.....	9
3.3.1	de pompput.....	9
3.3.2	de reactor.....	9
3.3.3	de warmtewisselaar.....	9
3.3.4	de chemicaliëndosering en de koolstofbron-opslagtank	9
3.3.5	de slibwaterscheider.....	9
3.3.6	instrumentatie	10
4	getalsmatige prognoses	11
4.1	effluentkwaliteit.....	11
4.2	geuremissies.....	11
4.3	geluidsdruk.....	11
4.4	stichtingskosten.....	11
4.5	operationele kosten	11
4.5.1	energie.....	11
4.5.2	chemicaliën	11
4.5.3	bediening en onderhoud.....	11
5	Conclusies en aanbevelingen.....	12
bijlage 1:	vlekkenplan	
bijlage 2:	PFD	

1 inleiding

Biomaterialen BV is voornemens om in Roosendaal een plant te bouwen voor het drogen van de dikke fractie van varkensmest. Het gedroogde product kan ingezet worden als meststof en is bedoeld voor de export.

De vochtige aflucht van het droogproces wordt eerst over een chemische en daarna over een biologische wasser geleid. De spuistroom van beide wassers is een stikstofrijke afvalwaterstroom. Biomaterialen BV is genoodzaakt deze afvalwaterstroom op de productielocatie te behandelen alvorens te lozen op het gemeenteriool.

Voorliggend document presenteert het ontwerp in concept van een biologische afvalwaterzuivering ten behoeve van de stikstofverwijdering uit genoemde spuistromen. In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten op een rijtje gezet. In hoofdstuk 3 wordt de installatie beschreven. Daarbij wordt eerst stilgestaan bij de systeemkeuze, daarna bij de microbiologische processen en daarna bij de belangrijkste onderdelen van de installatie. Hier worden ook de dimensies gegeven. In hoofdstuk 4 wordt vooruitgeblikt naar realisatie en bedrijfsvoering van de zuivering. Er is aandacht voor effluentkwaliteit, geuremissies en kosten. Tenslotte worden in hoofdstuk 5 de voornaamste conclusies en aanbevelingen uit het document nog eens herhaald.

2 uitgangspunten

2.1 onderliggende documenten

Dit ontwerp is gebaseerd op informatie verkregen uit email correspondentie met Biomineralen BV en een aantal aangeleverde documenten.

- email 10 juni, J. van Gastel, temperaturen, koelwater, lozingspunt
- email 5 juni, J. van Gastel, volcontinu bedrijf, operatortoezicht en onderhoudsdienst
- email 2 juni, J. van Gastel, utilities, herkomst organisch materiaal, ontwerpcapaciteit
- email 28 mei, R. Derks, opstelplek zuiveringsinstallatie
- email 21 mei, J. van Gastel, samenstelling afvalwater
- email 17 maart, J. van Gastel, functioneren luchtzuivering (stikstofbalans later herzien)
- opstellingstekening, LayOut 130803
- leidingentekening, 113267-1 2-revA-riolering Sita,
- P&ID's, serie C130803 - Sita, volgnr 001 t/m 013
- analyseresultaten Tongeren 17-04-2013

2.2 terrein en omgeving

De productieplant en de zuivering zijn voorzien op de site van afvalverwerker Sita. Het betreft hier een vuilverbranding. In bijlage 1 is in een vlekkenplan de geprojecteerde locatie van de productieplant en van de zuivering weergegeven. Het beoogde lozingspunt is put VWR1. Biomineralen geeft aan dat deze put waarschijnlijk nog verplaatst gaat worden.

2.3 influent

Op de schaalgrootte van Roosendaal zijn er nog geen bestaande installaties in bedrijf. Binnenkort wordt Son opgestart. De procesvoering van een kleinere installatie in het Belgische Tongeren is wel enigszins vergelijkbaar. Helaas is over de daar toegepaste spuiregimes geen informatie voorhanden.

De verwachting over de samenstelling van het influent is derhalve grotendeels gebaseerd op theoretische stofbalansen. Daarnaast is één analyse van het spuiwater in Tongeren beschikbaar.

Tabel 1 toont de geprognosticeerde vrachten naar de zuivering. De prognose is gebaseerd op een scenario met een aanvoer droogcapaciteit van 150.000 ton/jaar en een droogluchttemperatuur van 100 °C. Stikstof zal aanwezig zijn in de vorm van ammonium en nitriet, in overeenstemming met de analyse van Tongeren. Vrachten zijn uitgedrukt als dagvrachten. Over zwerende stof is geen informatie beschikbaar.

		spui stofwater	spui biologische wasser	totaal
debiet	m3/jaar	3.000	19.500	22.500
bedrijfstijd	dagen/jaar	365		
debiet	m3/dag	8	53	62
temperatuur, winter	°C	30	30	30
temperatuur, zomer	°C	39	39	39
spuiregime		volcontinu	volcontinu	
Ntot	mg/l	4.000	2.500	2.700
NH3/NH4+	mg/l	3.500	1.000	1.333
NO2-/NO3-	mg/l	500	1.500	1.367
CZV	mg/l	4.000	1.000	1.400
Ntot	kg/dag	33	134	166
NH3/NH4+	kg/dag	29	53	82
NO2-/NO3-	kg/dag	4	80	84
CZV	kg/dag	33	53	86
aard CZV		fijnstof gedroog- de mestkorrel	vluchtig organisch	

Tabel 1 – verwachte vrachten naar zuivering

De inschatting over de herkomst van het CZV (en daarmee de biologische afbreekbaarheid) komt voort uit kennis van de wasprocessen. In Tongeren is een BZV5-bepaling gedaan. De gevonden BZV5/CZV verhouding was ontzettend laag (<0,05). Mogelijk was de biomassa niet geïmpregneerd aan het substraat, of heeft inhibitie door nitriet plaatsgevonden. In Tongeren is ook een aanzienlijke drogestofvracht (0,4% d.s.) gevonden in de spui van de biowasser. Met het voortschrijden van de tijd zullen er meer referenties beschikbaar komen die een nauwkeuriger inschatting van aard en omvang van de organische en d.s.-vracht naar de zuivering mogelijk maken.

3 beschrijving van de installatie

3.1 systeemkeuze

In een biologische reactor worden de in het afvalwater aanwezige stikstofverbindingen microbiologisch omgezet naar stikstofgas, dat ontwijkt naar de atmosfeer. Voor niet-organisch gebonden stikstof zijn er drie verschillende routes waarlangs de omzetting kan verlopen: De route over nitraat, de route over nitriet en de zogenaamde anammox-route. Welke route gevolgd wordt is afhankelijk van de condities waaronder de reactor bedreven wordt en van de samenstelling van het influent. Alle drie de routes kennen een beluchte fase (zuurstof aanwezig) en een onbeluchte fase (zuurstof afwezig).

De hoeveelheid zuurstof die nodig is, verschilt per route. De nitraatroute vraagt het meeste zuurstof, de anammox-route het minste en de nitrietroute zit er tussen in. Afhankelijk van de samenstelling van het influent kan het in de onbeluchte fase nodig zijn om organisch koolstof toe te voegen. Ook hier geldt weer dat de noodzaak om koolstof te doseren per route verschilt. De nitraatroute vraagt het meeste koolstof, de nitrietroute vraagt minder koolstof en de anammoxroute behoeft geen koolstof dosering.

Daar staat tegenover dat niet elk influent geschikt is om via de anammoxroute behandeld te worden. Het mag bijvoorbeeld niet te veel biologisch afbreekbaar CZV bevatten.

Vanuit het oogpunt van operationele eenvoud en besturingstechnische aspecten, wint de nitrietroute het van de andere twee. Dat komt omdat systemen die over nitriet gaan, bij de gegeven temperatuur niet van slibretentie (maatregelen om het slib in het systeem te houden) afhankelijk zijn voor een goed zuiveringsresultaat. Voor de andere twee routes is het binnenhouden van slib cruciaal.

Het afvalwater van Biomineralen BV leent zich op het eerste gezicht goed voor de anammox-route. Het is echter een puur theoretische influentsamenstelling, die volgt uit massabalansen over de chemische en biologische wassers. Er zijn nog onvoldoende representatieve afvalwateranalyses uit de praktijk beschikbaar. Belangrijke informatie over afbreekbaarheid van de organische stof e.d. is nog niet voorhanden. Voorliggend ontwerp gaat daarom uit van de nitrietroute. De installatie wordt wel zodanig ontworpen, dat omschakeling naar anammoxbedrijf met geringe aanpassing mogelijk is. Op deze manier wordt zekerheid verkregen met maximale flexibiliteit.

3.2 over de nitrietroute

Bij de nitrietroute zetten bacteriën het ammoniak om in nitriet. Ze gebruiken daarbij zuurstof, die aan het water wordt overgedragen door het te beluchten. Aan het eind van deze beluchte fase is dus vooral nitriet aanwezig. Andere bacteriën kunnen het nitriet vervolgens gebruiken om koolstofverbindingen om te zetten. Ze maken echter alleen gebruik van nitriet als er geen zuurstof meer in het water zit. Dit gebeurt dus in de onbeluchte fase en alleen als er voldoende biologisch afbreekbare koolstof aanwezig is. Het resultaat voor de stikstofbalans is dat het nitriet wordt omgezet in stikstofgas en uit het systeem verdwijnt.

Voor een goed verloop van de microbiologische reacties dienen een aantal hulpstoffen gedoseerd te worden.

- Koolstofbron. Bij toepassing van de nitraat of nitriet route heeft het water van Biomineralen BV te weinig organisch koolstof; het dient dus te worden toegevoegd. Voor dit koolstof kan

een (agro)industriële restproduct ingezet worden, dat tegen lage kost beschikbaar is en vlot biologisch afbreekbaar is.

- Nutrienten. Het water is arm aan nutrienten (niet zijnde stikstof); daarom dienen fosforzuur en micronutrienten toegevoegd te worden.
- Natronloog. Als de buffercapaciteit van het influent onvoldoende is, kan ten gevolge van de microbiologische activiteit de pH in de reactor te ver gaan dalen. Dan dient loog gedoseerd te worden. Er is onvoldoende bekend over het influent om nu al te kunnen voorspellen of zo'n dosering noodzakelijk zal zijn.

3.3 over de installatieonderdelen

In deze paragraaf worden de functionaliteit en de dimensies van de voornaamste onderdelen van de installatie beschreven. Het PFD in bijlage 2 dient ter ondersteuning.

3.3.1 de pompput

Het ontwerp gaat uit van ondergrondse aanvoer van het afvalwater onder vrijval. Het water wordt verzameld in een pompput. Een dompelpomp voert het op naar de biologische reactor.

3.3.2 de reactor

In de reactor vinden de biologische omzettingen plaats. Voor de beluchte fase is de bodem van de reactor bedekt met beluchtingselementen, die gevoed worden door een buiten de reactor in een geluidsreducerende omkasting opgestelde rootsblower. In de reactor is ook een menger geïnstalleerd, die het slib in suspensie houdt in de onbeluchte fase.

De reactor is begroot als een cilindrische betonnen reactor gefundeerd op staal. In de detailengineering kan bekeken worden of beton danwel staal de goedkoopste uitvoeringsvorm is. De reactor is in elk geval 6,5 m hoog en 7 m in doorsnede. De reactor is aan de bovenzijde open.

3.3.3 de warmtewisselaar

In de zomer kan de temperatuur van het influent oplopen tot 39 °C. De biologische omzettingen voegen warmte toe aan het systeem (exotherm). De temperatuur in de reactor mag niet te hoog oplopen, anders gaat dit ten koste van de biologische activiteit. Additioneel is er een lozingseis: Het geloosde water mag niet meer dan 30 °C warm worden.

Koelwater is ruim voorradig maar heeft wel een temperatuur van 25 °C. De temperatuur van het koelwater is kritisch. De drijvende kracht om terug te koelen naar de lozingseis is kritisch.

Er is gekozen voor een ontwerp waarbij de gehele reactorinhoud op 30 °C gehouden wordt. De effluenteis is daarin leidend. De biologie zou ook op een hogere temperatuur (< 38 °C) bedreven mogen worden, maar dan zouden er twee wisselaars nodig zijn.

Oplopen van de koelwatertemperatuur heeft dus geen nadelige gevolgen voor de biologische activiteit, maar leidt wel tot een overschrijding van de maximale lozingstemperatuur.

Warmteoverdracht vindt plaats door de reactorinhoud over een platenwisselaar te circuleren.

3.3.4 de chemicaliëndosering en de koolstofbron-opslagtank

In paragraaf 3.2 is uiteengezet welke doseringen nodig zijn. Voor de koolstofbron is een opslagtank van 40 m³ voorzien. Uitgaande van levering per as, in een tankwagen van 30 m³, worden 6 à 7 leveringen per jaar voorzien. De andere doseervolumina zijn veel lager. De opslagvaten (kuubscontainers of kleiner) en de doseerinstallaties worden opgesteld in een zeecontainer.

3.3.5 de slibwaterscheider

Hoewel het voor het biologische proces niet nodig is, is het kostentechnisch waarschijnlijk interessant het slib van het water te scheiden voordat lozing plaatsvindt. Dit kan in een lamellen-scheider of in een eenvoudige gravitaire bezinker. Het bezonken slib kan opgemengd worden met de dikke mestfractie (de volumestroom is compleet verwaarloosbaar). De slibwaterscheider heeft een oppervlak van een paar vierkante meter.

3.3.6 *instrumentatie*

Procescontrole vereist pH-, temperatuur-, zuurstof- en ammoniummeting. Daarnaast is een automatische debietsproportionele monsternamekast en een debietmeter in het effluent opgenomen, in anticipatie op eisen van de handhaver.

4 getalsmatige prognoses

4.1 effluentkwaliteit

Tabel 1 Tabel 2 geeft een indicatie van de effluentkwaliteit na de biooog. De behaalde reductie van de totale stikstofvracht wordt op 95% geschat.

	influent (mg/l)	effluent (mg/l)	rendement
ammoniak	1333	100	92 %
nitriet	1367	30	98 %
N-totaal	2700	130	95 %

Tabel 2 – verwachte verwijderingsrendementen

4.2 geuremissies

Ter bepaling van de geuremissie zijn gemeten emissiefactoren voor het SHARON-proces gebruikt. Dit is een biologisch proces dat de nitrietroute volgt. Het lijkt sterk op het ontwerp voor Biomineralen BV. De geuremissie wordt uitgedrukt per hoeveelheid geëmitteerde lucht, dat is representatiever dan het reactoroppervlak. Gevonden waarden liggen op 800-1000 ge/Nm³ lucht. Het gemiddeld luchtdebiet is 443 Nm³/h, goed voor een geuremissie van 4,4·10⁵ ge/h.

4.3 geluidsdruk

De rootsblower, opgesteld in geluidsreducerende omkasting, produceert 70-72 dB(A) bij gemiddelde last en < 75 dB(A) bij maximale last.

4.4 stichtingskosten

De battery limits zijn genomen als aangegeven in het PFD, bijlage 2. De stichtingskosten worden geraamd op € 440.000 ex btw (+/- 40%).

4.5 operationele kosten

De totale jaarlijkse kosten worden op € 90.000 ex btw geschat. De voornaamste onzekerheid in de schatting is gelegen in de fluctuaties in de marktprijzen voor de koolstofbron.

In de opgave van de jaarlijkse kosten is een bedrag van € 12.000 opgenomen voor de lozingsheffing. De overige kosten zijn aan de installatie toe te schrijven en worden in navolgende subparagrafen uitgespecificeerd.

4.5.1 energie

Uitgaande van een kilowatt-uurprijs van € 0,13 /kWh, wordt een energiekost van ongeveer € 12.000 per jaar verwacht. De beluchting (€ 10.000) levert de grootste bijdrage.

4.5.2 chemicaliën

Het voorspelde jaarverbruik van chemicaliën is equivalent aan een kost van € 47.000. De koolstofbron is met € 42.500 de grootste post.

4.5.3 bediening en onderhoud

De jaarkost voor bediening en onderhoud wordt gesteld op € 16.500. Hierin zijn manuren en materialen opgenomen.

5 Conclusies en aanbevelingen

- Een biologische reactor waarin het stikstof verwijderd wordt via de nitrietroute geeft op dit moment de beste combinatie van zekerheid en flexibiliteit.
- Vooralsnog is de influentsamenstelling vooral theoretisch onderbouwd. Binnenkort zijn praktijkreferenties te verwachten van een andere productieplant die in de fasering voorloopt op Roosendaal. Het is aanbevelenswaardig de afvalwaterkwaliteit experimenteel vast te stellen en mee te nemen in het definitief ontwerp van Roosendaal.
- Theoretisch is de anammox route de meest duurzame wijze om dit afvalwater te behandelen. De exacte samenstelling van het afvalwater en de mogelijke variatie daarin maken deze keuze echter nog onzeker. Mocht in de praktijk blijken dat de anammox route interessante voordelen biedt, is het voorgestelde systeem geschikt om na een beperkte aanpassing te gaan bedrijven als anammox systeem (DEMON proces).
- Het verwachte verwijderingsrendement (op basis van N-totaal) bedraagt ongeveer 95%
- De geuremissie wordt geschat op $4,4 \cdot 10^5$ ge/h
- De installatie heeft een footprint van zo'n 180 m²
- De stichtingskosten worden geraamd op € 440.000 euro ex btw (+/- 40%)
- De operationele kosten worden geraamd op € 90.000 euro ex btw (+/- 40%)
- De temperatuur van het koelwater is kritisch om de lozingseis van 30 °C te kunnen halen.