

Bijlage 1: samenwerking in het NAOP

1 Geschiedenis NAOP

1.1 Voorgeschiedenis van het NAOP

Het NAOP is een vervolg op het Nationaal Nereda Onderzoeksprogramma (NNOP) dat is uitgevoerd van 2008-2013 door STOWA, TUD, RHDHV en de waterschappen. In het NNOP is de aeroob korrel-slibtechnologie, die eind jaren negentig aan de TUD is ontwikkeld, succesvol doorontwikkeld naar de Nereda@technologie die sinds 2010 op praktijkschaal wordt toegepast. Het succes van Nereda zit in snel bezinkend korrel-slib dat zuivering en slib/waterscheiding in één tank mogelijk maakt. Neredareactoren zijn daardoor compact en hebben een laag energieverbruik in vergelijking met conventionele actiefslibinstallaties.

De vorming van korrel-slib is afhankelijk van procescondities zoals een anaerobe voedingsfase en een hydraulische selectiedruk. De microbiële samenstelling van aeroob korrel-slib is vergelijkbaar met actief slib uit een bio-P-installatie. Dezelfde type micro-organismen die groeien op substraat in afvalwater zijn in beide slibsoorten aanwezig. Het verschil zit dus vooral in de bezinksnelheid en dit wordt veroorzaakt door het type exopolymere (EPS) dat wordt gevormd door de micro-organismen. In 2010 verscheen een publicatie over karakterisering van EPS in aeroob korrel-slib waarin werd gesteld dat het EPS sterke overeenkomsten heeft met algi-naat dat wordt gewonnen uit zeewier (Y. Lin, et al, 2010). Door korrel-slib op een vergelijkbare manier te extraheren als gebeurt bij algi-naatextractie uit zeewier kan circa 25% van de organische stof in korrel-slib worden afgescheiden. Het geëxtraheerde materiaal blijkt een soort gel te vormen als het in contact komt met calciumchloride, een typisch kenmerk van algi-naat uit zeewier.

De publicatie van Y. Lin in 2010 was voor RHDHV, STOWA, TUD en de waterschappen Vallei en Veluwe en Rijn en IJssel de aanleiding om een nieuw onderzoeksprogramma op te starten naar de winning van algi-naat uit korrel-slib. Ook waterschap Vechtstromen en Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden haakten aan bij dit initiatief.

Afbeelding 1-1 Partijen in het Nationaal Algi-naat Onderzoeksprogramma



Doelstelling van het NAOP

Het doel van het NAOP-onderzoeksprogramma was: ontwikkeling en demonstratie van extractie en toepassing van biopolymeren uit aerobisch korrelslib.

In de volgende paragraaf wordt een overzicht gegeven van de uitgevoerde onderzoeken binnen het NAOP.

1.2 NAOP-onderzoek naar extractie en toepassing Kaumera

Marktverkenning en haalbaarheid Nereda alginaat en granulaat STOWA 2016-23

In deze studie zijn toepassingen onderzocht die vergelijkbaar zijn met toepassing van alginaat uit zeewier. Tevens is een tweede spoor verkend: afzet van granulaat (gedroogd korrelslib) in de landbouw. Dit laatste biedt onvoldoende perspectief vanwege relatief lage nutriëntengehaltes en zware metalen die nog aanwezig zijn. Dit spoor is daarom niet verder onderzocht. De mogelijke toepassingen die zijn afgeleid van alginaat uit zeewier zijn later in een ander daglicht komen te staan toen bekend werd dat de polymeren uit aerobisch korrelslib minder overeenkomen met alginaat uit zeewier dan eerder werd gedacht. Zie verder de hoofdstukken over samenstelling Kaumera en het hoofdstuk over toepassing van Kaumera.

Scenariostudie (werkrapport, december 2016)

In een scenariostudie zijn een heel aantal extractiemethodes vergeleken op basis van labtesten en technologische berekeningen. De scenariostudie is de basis geweest voor het pilotonderzoek dat is uitgevoerd in 2017 op rwzi Apeldoorn, zie verder hoofdstuk extractie van Kaumera.

Monitoringstudie (werkrapport, januari 2017)

Het slib van vijf verschillende Nereda installaties is in 2016 bemonsterd en geëxtraheerd. Hierbij is gekeken naar verschillen in Kaumera opbrengst tussen Nereda installaties. In het meetprogramma is zowel slib uit de reactoren als spuislib bemonsterd. Het onderzoek toonde geen grote verschillen aan tussen Nereda-installaties. De hoeveelheid Kaumera die geëxtraheerd kon worden uit het slib was gemiddeld 25% van de organische stof in het slib, zie verder hoofdstuk **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, samenstelling Kaumera.

Pilotstudie (werkrapport, december 2017)

In 2017 is er een pilotonderzoek uitgevoerd op rwzi Apeldoorn. De extractiemethode is met een batchopstelling getest met spuislib van de Nereda installaties in Dinxperlo en Epe. Het onderzoek heeft veel inzicht gegeven in de opschaling van de extractie van labschaal naar praktijkschaal. De scheidingsstappen functioneren anders in vergelijking met labcentrifuges wat leidt tot een iets hogere opbrengst en een wat minder zuiver product. Het is afhankelijk van de toepassing of dit wel of geen bezwaar is.

Afbeelding 1-2 Pilotopstelling Kaumera-extractie op rwzi Apeldoorn



ALE-karakterisering (werkrapport, november 2018)

In 2018 is een uitgebreid labonderzoek uitgevoerd naar het effect van extractieparameters op de samenstelling van de Kaumera. Dit onderzoek is uitgevoerd op de TUD in samenwerking met RHDHV. Het onderzoek heeft inzicht gegeven in de optimale extractieparameters (tijd, temperatuur en pH). De resultaten zijn gebruikt als basis voor het ontwerp van de demo installaties in Zutphen en Epe, zie verder hoofdstuk **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..**

Alginaat → ALE → NEO-alginaat → Kaumera

Bij de start van het NAOP in 2013 was het beeld vrij eenvoudig: korrels bevatten extracellulaire polymeren die op dezelfde manier geëxtraheerd kunnen worden als alginaat uit zeewier en de eigenschappen komen sterk overeen, bleek uit een wetenschappelijke publicatie van Lin in 2010. Voor het gemak werd gesproken van alginaat maar in de wetenschappelijk publicatie werd de term ALE gebruikt (Alginate Like Exopolymers). De fysische eigenschappen van de extracellulaire polymeren zoals gelvorming met calcium lieten een duidelijke overeenkomst met alginaat uit zeewier zien maar de binding met calcium was veel minder sterk dus er waren ook verschillen. Bovendien is de chemische samenstelling onduidelijk door het ontbreken van een geschikte analysemethode. Om het verschil met alginaat aan te geven werd door de waterschappen de term NEO-alginaat geïntroduceerd (Nereda opgewekt alginaat).

In 2017 zijn de geëxtraheerde extracellulaire polymeren chemisch gekarakteriseerd door de TUD. Uit dit onderzoek blijkt dat het gaat om een mengsel van verschillende stoffen (eiwitten, polysachariden, fenolen en andere verbindingen). Ook werd steeds meer duidelijk dat de productsamenstelling afhankelijk is van de extractiemethode. De zouten die worden toegevoegd voor pH verhoging en de extractietijd en -temperatuur maken een verschil qua producthoeveelheid en -samenstelling. Zelfs een heel ander extractieproces op basis van ureum of een precipitatie van Kaumera met aceton blijkt technisch mogelijk. Kortom: Het EPS van aerob korrelslib kan met verschillende technologieën worden geëxtraheerd en een veelzijdig product kan worden gemaakt met een breed palet aan mogelijke toepassingen. De term ALE is dus te smal en dekt niet langer de lading. Binnen het NAOP is daarom gekozen voor een nieuwe naam:

“Kaumera Nereda gum”

- Kaumera betekent kameleon in de taal van de Maori's, de oorspronkelijke bewoners van Nieuw-Zeeland, en geeft aan dat het product en de toepassing ervan niet vastliggen. Afhankelijk van de gekozen toepassing wordt de extractie op een bepaalde manier vormgegeven.

- Nereda is de technologie waarmee aeroob korrelslib geproduceerd kan worden, de basis voor Kaumera.
- Gum komt van Arabic gum, een product dat wordt gewonnen uit Acacia's die groeien op het Arabisch Schiereiland. Arabic gum is een mengsel van polysacharides en glycoproteïnen en wordt onder andere toegepast als emulgator. Het EPS uit aeroob korrelslib heeft een grotere gelijkenis met Arabic gum dan met alginaat vandaar dat de term 'gum' is toegevoegd aan de productnaam.

1.2.1 Waar staat het NAOP in 2019?

Na 5 jaar NAOP-onderzoek is het tijd om een balans op te maken. De extractie van Kaumera op lab- en pilotschaal geeft voldoende basis voor het ontwerp van twee demonstratie extractie-installaties in Zutphen en Epe die naar verwachting half 2019 en eind 2019 operationeel zijn. In Zutphen wordt een Kaumera extractie-installatie gebouwd voor de extractie van 1400 ton DS-slib uit een Nereda installatie die afvalwater van Friesland Campina gaat behandelen. De extractie-installatie kan worden uitgebreid naar een capaciteit van 2800 ton DS-slib. De hoeveelheid Kaumera die wordt geproduceerd in Zutphen zal circa 360 ton organische stof/jaar bedragen. Als de installatie wordt uitgebreid, kan per jaar maximaal 720 ton organische stof Kaumera worden geproduceerd.

In Epe wordt eveneens een demonstratie installatie gebouwd voor verwerking van circa 550 ton DS-slib/jr. Het verschil met Zutphen zit hem vooral in de extractie van communaal slib in plaats van industrieel slib. De samenstelling en eigenschappen van de geproduceerde Kaumera zullen hierdoor verschillen ten opzichte van Zutphen. Omdat er wereldwijd veel meer communaal slib wordt geproduceerd dan industrieel zuiveringsslib, is de demonstratie van Kaumera-extractie uit zowel industrieel als communaal slib een weloverwogen keuze geweest.

De samenwerking van het NAOP beperkt zich sinds 2018 niet meer tot RHDHV, TUD, STOWA, Rijn en IJssel en Vallei en Veluwe. De demo installatie in Epe wordt namelijk meegefinancierd door de waterschappen die de Nereda technologie toepassen, de zogenaamde koploperwaterschappen: Waterschap Vechtstromen, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Waterschap Noorderzijlvest, Waterschapsbedrijf Limburg en waterschap Rijn en IJssel. De waterschappen laten hiermee zien dat ze samen innoveren en bereid zijn om risico's te delen, een gedachte die goed past bij de overheidsvisie op innovatie.

De marktafzet van Kaumera is in 2018 nog niet geheel duidelijk. Een toepassing in de landbouw ligt op de korte termijn het meest voor de hand omdat het product interessante eigenschappen heeft die voor verschillende gewassen goed van pas kunnen komen: experimenten tonen een biostimulerende werking aan, de vochtabsorberende eigenschappen komen van pas voor bodemverbetering in de landbouw en ook een toepassing als coating om kunstmestkorrels is denkbaar.

Een toepassing die nog meer ontwikkeltijd vergt is een toevoeging aan composietmateriaal. Kaumera bindt goed aan organische vezels en kan hierdoor een nuttige toevoeging zijn aan organische composietmaterialen. Kaumera zou tevens gebruikt kunnen worden om materialen brandwerend te maken. Beide toepassingen worden uitgebreid onderzocht door de TUD.

In de demonstratieperiode zal duidelijk worden welke markttoepassingen van Kaumera haalbaar zijn en of de marktwaarde voldoende hoog is voor een rendabele business case.