



Delft University of Technology

Marktverkenning en haalbaarheidsstudie Nereda®-alginaat en -granulaat

Westerhuijs, P.; Schaafsma, Maarten; van Loosdrecht, Mark C.M.

Publication date

2016

Document Version

Final published version

Citation (APA)

Westerhuijs, P., Schaafsma, M., & van Loosdrecht, M. C. M. (2016). *Marktverkenning en haalbaarheidsstudie Nereda®-alginaat en -granulaat*. STOWA.

<https://www.stowa.nl/publicaties/marktverkenning-en-haalbaarheidsstudie-neredar-alginaat-en-granulaat>

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

This work is downloaded from Delft University of Technology.

For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to a maximum of 10.

MARKTVERKENNING EN HAALBAARHEIDSTUDIE NEREDA® - ALGINAAT EN -GRANULAAT



RAPPORT

2016
23

MARKTVERKENNING EN HAALBAARHEIDSSTUDIE
NEREDA®-ALGINAAT EN -GRANULAAT

RAPPORT

2016

23

ISBN 978.90.5773.720.6



stowa@stowa.nl www.stowa.nl

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op www.stowa.nl

COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEURS
Maarten Schaafsma, RHDHV
Peter Westerhuijs, TUDelft
Mark van Loosdrecht, TUDelft

LEDEN BEGELEIDINGSCOMMISSIE
Arjan Budding, Waterschap Vallei en Veluwe
Mathijs Oosterhuis, Waterschap Vechtstromen
Coert Petri, Waterschap Rijn en IJssel
Helle van der Roest RHDHV
Philip Schyns Waterschap Rijn en IJssel
Marlies Verhoeven Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden
Cora Uijterlinde STOWA

Het onderzoek is financieel ondersteund door de provincie Gelderland vanuit de Biobased Innovation Cluster Oost-Nederland (BI-CON) regeling.

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2016-23
ISBN 978.90.5773.720.6

COPYRIGHT Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

DISCLAIMER Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

TEN GELEIDE

Duurzame benutting van de Nereda® korrel kan leiden tot interessante business cases.

De Nederlandse waterschappen beschouwen rioolwater niet langer als een afvalproduct, maar als een bron van duurzame energie, grondstoffen en schoon water. Om deze energie en grondstoffen uit rioolwater terug te winnen is het platform “De Energie- en Grondstoffenfabriek” opgericht, waaraan alle Nederlandse waterschappen deelnemen. Vanuit dit platform worden concrete (onderzoeks-)projecten opgestart met als doel terugwinnen van energie en grondstoffen uit rioolwater.

Deze studie had als doel te onderzoeken wat interessante afzetroutes kunnen zijn voor de afzet van gedroogde Nereda® korrels in de vorm van granulaat en een uit de korrel extra-heerbaar alginaat-achtig polysacharide (ALE). ALE wordt ook wel NEO-alginaat genoemd. NEO-alginaat staat voor: NEReda Opgewekt.

ALE is een waardevolle grondstof met een aantal unieke eigenschappen. Het kan water vasthouden, maar ook afstoten. Hierdoor heeft de grondstof diverse toepassingen in bijvoorbeeld de land- en tuinbouw, de papier- en de betonindustrie. Papier en karton kan ermee waterafstotend gemaakt worden en de uitspoeling van meststoffen in de landbouw kan ermee verminderd worden. Maar het kan ook bijvoorbeeld beton via betere uitharding een langere levensduur geven. Vanuit het buitenland wordt er met grote interesse gekeken naar de ontwikkelingen op dit gebied.

Tijdens de marktverkenning is een aantal kansrijke afzetroutes in beeld gebracht. Er zijn negen verschillende routes en/of toepassingen onderzocht op haalbaarheid. De meest aantrekkelijke routes zijn ALE voor betoncoating en ALE voor nieuwe biopolymeren ten behoeve van de chemie en textiel. De afzet van een granulaatproduct of ALE afkomstig van een industriële zuivering kan eventueel geschikt zijn voor toepassing als vulmiddel in karton.

Waterschappen, het bedrijfsleven en kennisinstellingen werken nauw samen in het kader van het terugwinnen en toepassen van alginaat uit afvalwater. Dat gebeurt door onderzoek te doen naar de eigenschappen en toepassingen van de teruggewonnen stof, en naar de beste methoden voor de winning. Maar ook door het bouwen van twee installaties voor ALE-productie en het daadwerkelijk afzetten van alginaat als grondstof. Zo werken de waterschappen met hun partners aan een duurzame, circulaire economie. De deelnemende waterschappen verwachten bovendien niet alleen alginaat terug te winnen maar ook kosten via de verkoop van het alginaat.

Joost Buntsma
Directeur STOWA

SAMENVATTING

In 2013 is vanuit het nationaal alginaat onderzoeksprogramma (NAOP) een eerste marktverkenning uitgevoerd. Deze studie had als doel te onderzoeken wat de interessante afzetroutes kunnen zijn voor de afzet van gedroogde Nereda[®] korrels in de vorm van granulaat en een uit de korrel extraheerbare alginaat-achtig polysacharide (ALE). Tijdens de marktverkenning is een aantal kansrijke afzetroutes in beeld gebracht. Dit project was erop gericht deze afzetroutes nader op de haalbaarheid te onderzoeken. Onderhavige rapportage beschrijft het resultaat van dit onderzoek.

Voor de uitvoering van het nadere marktonderzoek zijn Nereda[®] korrels ingezameld. Daarvan is een beperkt deel gebruikt voor de productie van granulaat en een groot deel voor productie van ALE. Voor de productie van ALE zijn de volgende stappen uitgevoerd:

- 1 Extraheren van ALE uit de korrel onder basische omstandigheden en vervolgens het scheiden van de waterige fractie (incl. ALE) van de resterende vaste fractie.
- 2 Isoleren van ALE, door deze onder zure omstandigheden te laten uitvlokken.
- 3 Afscheiden van uitgevlokte ALE – in de vorm van zure ALE gel – van de waterige fractie.
- 4 Zuiveren en opwerken van ALE.
- 5 Produceren van een ALE maatproduct.

Samples zure ALE – product stap 3 – en samples natrium ALE (Na-ALE) – product stap 5 – zijn verstrekt aan marktpartijen om te onderzoeken in hoeverre het ALE een aantrekkelijke grondstof voor hen is.

KWALITATIEF ONDERZOEK NAAR DE KARAKTERISTIEKEN EN SAMENSTELLING VAN GRANULAAT

Bepalende karakteristieken voor Nereda[®] granulaat, die de potentie voor directe afzet van dit product bepalen, zijn – mede afhankelijk van de afzet – een combinatie van de aspecten: ALE gehalte, het organisch stof gehalte, het waterabsorptie vermogen en de aanwezigheid van verontreinigingen.

Het ALE gehalte bedraagt onder normale omstandigheden 15% tot 25% van het droge stof (DS) gewicht. Het organisch droge stof (ODS) gehalte varieert van ca. 75% in granulaat van de RWZI Garmerwolde tot ca. 82% in granulaat van de RWZI's Epe en Utrecht. Het waterabsorptie vermogen van de korrels is 15 maal het eigen gewicht, wat een belangrijke positieve eigenschap is voor bijvoorbeeld toepassingen in de landbouw. Rehydratie van het gedroogde granulaat is een traag proces dat dagen vergt. Dit laatste kan mogelijk worden verbeterd door het op een andere wijze (bij lage temperatuur) te drogen. In het granulaat zijn concentraties koper en zink aangetroffen die boven de norm van de Nederlandse meststoffenwet liggen. De concentraties vallen wel binnen de normen van veel andere EU lidstaten.

KWALITATIEF ONDERZOEK NAAR DE KARAKTERISTIEKEN EN SAMENSTELLING VAN ALE

Bepalende karakteristieken voor ALE hangen sterk samen met de beoogde toepassing. Onderzochte kenmerken zijn onder meer de viscositeit (mate van stroperigheid), het molecuulgewicht, de chemische samenstelling en zuiverheid, alsmede de verschillen tussen ALE en alginaat uit zeewieren. Onderstaand zijn de belangrijkste resultaten samengevat.

ALE kan worden omschreven als een hoogwaardig biopolymeer. Uit het onderzoek blijkt onder meer dat het molecuulgewicht hoger is dan die van de meeste commerciële alginaten uit zeewier. Hoger molecuulgewicht, dus langere polymeer ketens. Dit betekent een (potentieel) hogere viscositeit, betere verdikkings eigenschappen en betere gelerende werking. Ook is het daarmee geschikt als bouwsteen in bijvoorbeeld nanocomposieten en algemener als bouwsteen in de chemie voor nieuwe materialen.

Verder blijkt dat er een grote variatie bestaat in opbrengst en fysische eigenschappen van de ALE op het moment van extractie en tussen de RWZI's onderling. Belangrijkste fysische eigenschappen:

- ALE heeft een viscositeit tussen 100 en 900 mPa.s. en deze range valt samen met die van commercieel verkrijgbare alginaten.
- ALE heeft een ander visceus gedrag dan alginaat, namelijk een pseudo plastisch gedrag, dat voordelig kan zijn in industriële processen waarbij een vloeistof versproeid moet worden.

Het geproduceerde Na-ALE op pilotschaal had een organisch droge stof (ODS) gehalte van 60%, een maat voor de zuiverheid van het product. De zuiverheid was lager dan tijdens uitgevoerde extracties op labschaal (ca. 80%). Dit komt vooral door een hoog aandeel natrium en chloride. Zowel natrium als chloride zijn toegevoegd tijdens het extractieproces. Op labschaal is vooral de concentratie chloride lager, mogelijk is dit een effect van de opschaling. Overigens is aangetoond dat onzuiverheden in de ALE in hoge mate kunnen worden verwijderd door toepassing van opwerkingsstappen.

Overige onzuiverheden waren vooral fosfor en ijzer (beide tot ca. 3%). Vooral het aanwezige ijzer lijkt een effect te hebben op de eigenschappen van het Na-ALE. Het ijzer bindt namelijk sterk aan de polymeren, waardoor het product minder goed oplosbaar is. Dit ijzer is waarschijnlijk een gevolg van de ijzerzoutdosering, die tijdens regenaanvoer op de RWZI Garmerwolde wordt toegepast en waar de Nereda® korrels voor ALE productie zijn ingezameld. Op de andere Nederlandse Nereda® installaties worden voor de verwijdering van fosfaat uit afvalwater geen of nauwelijks metaalzouten gedoseerd.

De zuiverheid van hoogwaardig natrium alginaat uit zeewieren bedraagt doorgaans meer dan 95%, exclusief de aanwezigheid van het aan alginaat gebonden natrium. Het ODS gehalte van zeewieralginaat ligt rond de 80%, vergelijkbaar met het op labschaal geproduceerde ALE. Ook wordt alginaat aangeboden met aanzienlijk lagere zuiverheden dan 95%, zij het op een ander prijsniveau.

ALE is op aspecten anders dan alginaat uit zeewier. Een aantal aspecten zoals mogelijk een andere binding met mineralen zal verder onderzocht moeten worden. In elk geval zijn de ontdekte pseudo-plastische en hydrofobe aspecten interessant. Zij creëren mogelijkheden voor nieuwe toepassingen.

KOSTPRIJS NEREDA® GRANULAAT

De omvang van investeringskosten (kapitaallasten) is bepalend voor de kostprijs van de verschillende eindproducten van de granulaatroute, te weten ingedikte korrels, ontwaterde korrels of gedroogd granulaat.

Een andere inrichting van het systeem en/of lokale omstandigheden kunnen leiden tot een significant ander beeld van de economische potentie van de afzetroute.

De economische haalbaarheid van de mogelijke producttypen is samengevat in tabel 0.1. De gepresenteerde minimaal benodigde marktwaarde (rechter kolom) betreft het verschil in de kostprijs tussen het eindproduct van de granulaatroute, vergeleken met de huidige verwerkingsroute via slibgisting en slibeindverwerking.

TABEL 0.1 ECONOMISCHE HAALBAARHEID VAN DE PRODUCTTYPEN VOOR DE GRANULAATROUTE

Product granulaatroute	Eigenschap	Minimale schaalgrootte (i.e.)	Minimaal benodigde marktwaarde* (€ per ton DS)
Ingedikte Nereda® korrels – industriële RWZI	2,5% DS	-	Ca. -100 tot 0
Ontwaterde Nereda® korrels – industriële RWZI	18% DS	-	Ca 25 - 50
Nereda® granulaat – communale RWZI	65% DS	200.000 i.e. > 500.000 i.e.	100 -30
Nereda® granulaat – industriële RWZI	65% DS	50.000 i.e. 200.000 i.e. > 500.000 i.e.	1000 340 200

* de minimaal benodigde verkoopprijs voor een kostenneutrale of positieve business case.

KOSTPRIJS NEREDA® ALE

De resultaten van het eerder beschreven ALE-productieproces zijn gebruikt om een ALE extractie installatie (AEI) op systeemkeuzeniveau (onnauwkeurigheid van 30% á 40%) te ontwerpen. Voor deze AEI zijn de investeringskosten en operationele kosten bepaald, als basis voor de kostprijsbepaling voor de ALE. Hieruit blijkt dat:

- De kostprijs voor ALE productie in hoge mate wordt beïnvloed door de schaalgrootte. Vanaf een AEI op het korrelslib van een RWZI met een capaciteit van 200.000 i.e. neemt het schaaleffect af.
- De kostprijs voor het gehanteerde extractieproces varieert van minder dan €1,00 vanaf 1.000.000 i.e. tot meer dan € 2,50 bij een installatie kleiner dan 50.000 i.e. De kostprijs wordt voor ca. 48% (bij 1.000.000 i.e.) tot 62% (bij 50.000 i.e.) bepaald door de kapitaallasten.
- Een reductie van de kostprijs is mogelijk door de impact van kostprijsbepalende aspecten te verminderen (warmtebehoefte AEI, scheidingstechnieken, kosten en dosering chemicaliën, kwaliteit en kwantiteit ALE). Toegepast onderzoek en praktijkonderzoek zijn nodig om de haalbaarheid hiervan te bepalen en te toetsen.
- Nagenoeg neutrale of zelfs negatieve operationele kosten zijn (mogelijk) haalbaar bij installaties groter dan 200.000 i.e. In dit geval is de kostprijs nagenoeg gelijk aan de kapitaallasten per kilogram geproduceerd ALE.

AFZETROUTES EN HAALBAARHEID

Tijdens dit onderzoek zijn negen verschillende routes en/of toepassingen onderzocht op haalbaarheid, zie tabel 0.2.

TABEL 0.2 AFZETROUTES NEREDA® GRANULAAT EN ALE

Route nr.	Producttype	Product	Sector	Herkomst korrels	Toepassing
1a	Nereda® granulaat	droge korrel	Landbouw	Communaal	Meststof, bodemverbeteraar
1b		droge korrel		Industrieel	Meststof, bodemverbetering
2a		natte korrel	Papier en karton	Communaal	Vulmiddel
2b		natte korrel		Industrieel	Vulmiddel
3	Nereda® ALE	Na-ALE	Papier en karton	Industrieel	Lijmingsmiddel
4		Na-ALE		Industrieel	Waterabsorptie
5		Ca-ALE	Tuinbouw	Communaal/industrieel	Additief in substraten
6		Na-ALE	Bouw	Communaal/industrieel	Coating van beton
7		Na-ALE	Chemie	Communaal/industrieel	Verdikkingsmiddel
8				Communaal/industrieel	Nieuwe biopolymeren
9		Na-ALE	Textiel	Communaal/industrieel	Verdikkingsmiddel textielinkt

Productie en afzet van ALE wordt haalbaar geacht voor de afzetroutes papier en karton (route 3 en 4), betoncoating (route 6) en nieuwe chemische toepassingen (route 8). Voor papier en karton geldt dat, vanwege strenge kwaliteitseisen, alleen ALE van industriële zuiveringen geschikt zou kunnen zijn. Voor de afzet naar chemie en naar papier en karton zal de marge op het product (mogelijk) een aandachtspunt zijn.

De afzet naar textiel (route 9) lijkt een uitdaging door de sterke focus op kwaliteit (zuiverheid en viscositeit) en constantheid van de producteigenschappen. Qua volume en marge op de kostprijs lijkt deze route aantrekkelijk. De financiële ruimte voor de productie van een kwalitatief hoogwaardig ALE lijkt voldoende te zijn.

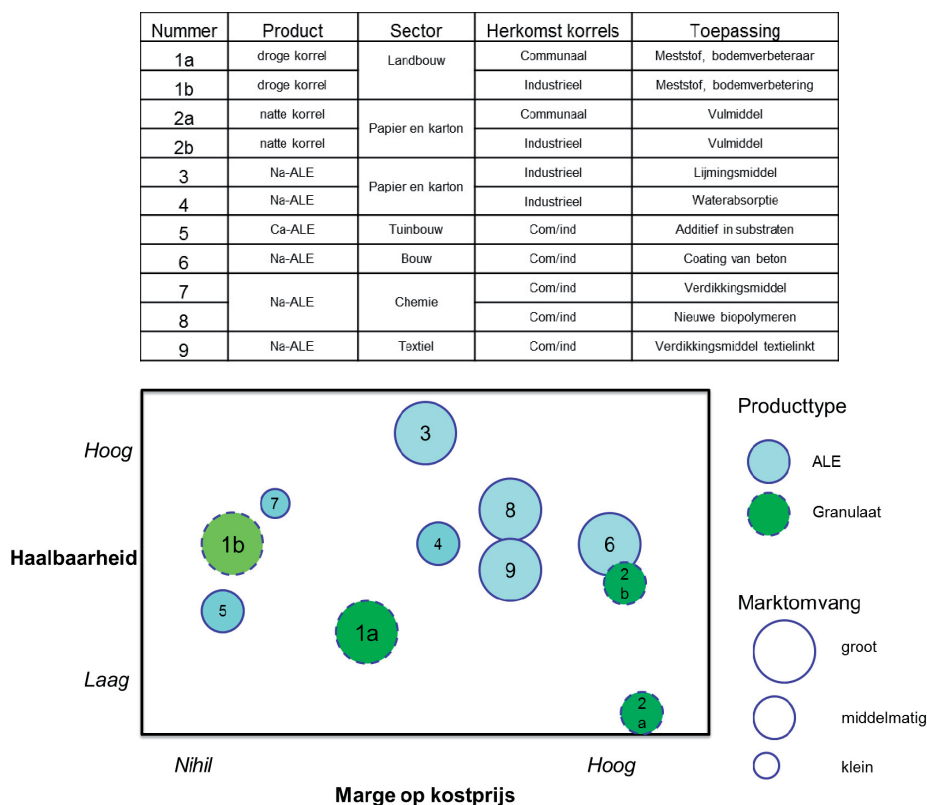
Productie en afzet van ALE naar tuinbouw (route 5) en chemie als verdikkingsmiddel (route 7) lijkt minder goed haalbaar door de sterke concurrentie op prijs. Ook dient voor toepassing in de tuinbouw de werkzaamheid van Ca-ALE nog te worden aangetoond. Tijdens de proef met Na-ALE is overigens wel een werking aangetoond.

De afzet van granulaat naar de landbouw lijkt mogelijk voor granulaat afkomstig uit relatief schone industriële afvalwaterstromen (route 1b). De marge op de kostprijs is echter een aandachtspunt, omdat de verwerkingskosten voor 'schone' slibstromen veelal erg laag zijn. Afzet van granulaat geproduceerd uit Nereda® korrels van communale zuiveringen richting de landbouw (route 1a) is alleen mogelijk op internationale schaal (bijvoorbeeld naar Duitsland en Frankrijk). Voor de afzet in Nederland wordt niet voldaan aan de wettelijk vastgestelde normen voor zware metalen (koper en zink). Het lagere nutriëntgehalte in granulaat – in vergelijking tot andere (kunst)meststromen – kan overigens als positieve eigenschap worden beschouwd. Door het lagere nutriëntgehalte kan namelijk meer granulaat worden opgebracht om bijvoorbeeld de bodemstructuur te verbeteren.

Indien de werkzaamheid van minder ver gedroogd industrieel granulaat als vulmiddel in karton kan worden aangetoond - eventueel in combinatie met een lijmingseffect - wordt deze route haalbaar geacht voor de schonere industriële afvalwaterstromen (route 2b). De kostprijs is relatief laag door de beperkte bewerkingsstappen. De afzet van granulaat afkomstig van communale zuiveringen naar papier en karton (route 2a) wordt onhaalbaar geacht vanwege aanwezige microbiologische verontreinigingen en de publieke perceptie.

De haalbaarheid van de verschillende routes en producten – zoals hierboven is beschreven – is gevisualiseerd in figuur 0.1. De meest aantrekkelijk routes staan rechtsboven in het diagram, te weten Na-ALE naar papier en karton (route 3 en 4), Na-ALE voor betoncoating (route 6), nieuwe biopolymeren (route 8) en textiel (route 9). De afzet van een granulaatproduct afkomstig van een industriële zuivering kan aantrekkelijk zijn voor toepassing in karton als vulmiddel (route 2b).

FIGUUR 0.1. VISUALISATIE VAN DE HAALBAARHEID PER AFZETROUTE



DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie. Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

MARKTVERKENNING EN HAALBAARHEIDSSSTUDIE NEREDA- ALGINAAT EN -GRANULAAT

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
1	INTRODUCTIE	1
1.1	Achtergrond alginaat onderzoeksprogramma	1
1.2	Doelstelling	3
1.3	Scope en leeswijzer	3
2	PRODUCTIE VAN NEREDA®-ALE	5
2.1	Introductie	5
2.2	Processtappen voor de productie van ALE	6
2.2.1	Inzameling van de Nereda® korrels	6
3	KWALITATIEF ONDERZOEK NEREDA®-ALE EN -GRANULAAT	8
3.1	Introductie	8
3.2	Granulaat	8
3.3	ALE	10
3.4	Conclusie	13

4	MARKTONDERZOEK	15
4.1	Papier en karton industrie	16
4.2	Textiel	18
4.3	Chemie	19
4.4	Tuinbouw	19
4.5	Landbouw	20
4.6	Overig	24
5	UITWERKING ALGINAATEXTRACTIEINSTALLATIE	25
6	KOSTPRIJSANALYSE ALE-PRODUCTIE	30
6.1	Introductie	30
6.2	Investeringskosten	31
6.3	Operationele kosten en baten	32
6.4	Kostprijsanalyse	32
6.5	Conclusie	36
7	KOSTPRIJSANALYSE NEREDA® GRANULAAT	37
7.1	Introductie	37
7.2	Investeringskosten	38
7.3	Operationele kosten en baten	39
7.4	Kostprijsanalyse	40
8	HAALBAARHEIDSSSTUDIE	45
8.1	Introductie	45
8.2	Kenmerken per afzetroute	45
8.2.1	Papier en karton	46
8.2.2	Textiel	46
8.2.3	Chemie	47
8.2.4	Tuinbouw	47
8.2.5	Landbouw	47
8.2.6	Overig	48
8.3	Wet- en regelgeving Nereda® granulaat en ALE	51
8.4	Conclusie	52

1

INTRODUCTIE

1.1 ACHTERGROND ALGINAAT ONDERZOEKSPROGRAMMA

Vanaf 1998 is in nauwe samenwerking binnen de Nederlandse watersector onderzoek uitgevoerd naar de haalbaarheid van de aerobe korrelslibtechnologie. Deze technologie combineert de voordelen van het actief slibproces met de voordelen van een batchgewijze procesvoering en de goede bezinkeigenschappen van aeroob korrelslib. Het onderzoek mondde eind 2003 uit in een STOWA pilotonderzoek op de RWZI Ede, waarbij succesvolle korrelvorming gecombineerd met een goed zuiveringsrendement op huishoudelijk afvalwater werd aangetoond. Samen met de toekenning van de innovatieprijs 'De Vernufteling' was de succesvolle afronding van dit pilotonderzoek het startsein om het Nationaal Nereda Onderzoeks Programma (NNOP) in gang te zetten. Hiermee werd beoogd om de jonge tot Nereda® gedoopte technologie wereldwijd te laten doorbreken. Door STOWA, zes waterbeheerders, de TU Delft en destijds DHV werd begin 2007 een samenwerkingsovereenkomst gesloten en is een gezamenlijk onderzoeksprogramma – het NNOP - uitgevoerd. De ontwikkeling van de Nereda® technologie kan zondermeer succesvol worden genoemd. Anno 2015 zijn vijf huishoudelijke praktijkinstallaties in Nederland gerealiseerd en is de uitrol naar het buitenland toe in volle gang.

ONTDEKKING VAN NEREDA® ALGINAAT

In het kader van het NNOP zijn pilotonderzoeken uitgevoerd op vijf locaties, namelijk op de RWZI's Ede, Aalsmeer, Hoensbroek, Dinxperlo en Epe¹. Yuemei Lin had intussen onderzocht welk polymeer de bacteriën maken om de korrel te vormen en ontdekte dat dit vooral een alginaat-achtig polysaccharide was². Tijdens het pilotproject op de RWZI Epe werd door Yuemei Lin vastgesteld dat de Nereda® korrel inderdaad substantiële hoeveelheden exopolysacchariden bevat met de eigenschappen van alginaat³.

Sindsdien zijn diverse onderzoeken uitgevoerd. Dit betreffen onderzoeken naar:

- extractiemethoden om het alginaat uit de korrel te halen, door het extractieproces van zeewieren op de Nereda® korrel te testen;
- onderzoek naar eigenschappen van Nereda® korrel alginaat;
- onderzoek naar alternatieve extractiemethoden;
- markttoepassingen en -afzet van alginaat;
- financiële haalbaarheid van alginaatextractie en -productie;
- oriënterende haalbaarheidsberekeningen voor de RWZI Utrecht.

Het resultaat van bovenstaande onderzoeken heeft geleid tot de overtuiging dat de duurzame benutting van de Nereda® korrel kan leiden tot interessante business cases.

- 1 Het resultaat van deze pilotonderzoeken is opgenomen in de STOWA rapportage 'Nereda pilotonderzoeken 2003-2010' met het rapportnummer 2010:29.
- 2 Y.M. Lin, L. Wang, Z.M. Chi, X.Y. Liu (2008). Bacterial alginate role in aerobic granular bio-particles formation and settle ability improvement. Separation Science and Technology, 43 (7): 1642-1652.
- 3 Lin, Y.M., Kreuk, M. de., Loosdrecht, M.C.M. van., Adin, A. (2010). Characterization of alginate-like exopolysaccharides isolated from aerobic granular sludge in pilot-plant. Water Research 44: 3355-3364.

START ONDERZOEKSPROGRAMMA

In 2012 zijn gesprekken gevoerd tussen STOWA, waterschappen, TU Delft en Royal HaskoningDHV. Op basis van de goede ervaringen met het NNOP samenwerkingsverband en het zicht op een aantrekkelijke markt voor Nereda[®] alginaat en Nereda[®] granulaat (een gedroogde korrel), is het initiatief genomen het NAOP (Nationaal Alginaat Onderzoeks Programma) samenwerkingsverband op te zetten. Omdat in tegenstelling tot het NNOP de uiteindelijke afzet van alginaat een belangrijke rol speelt en bovendien marktpartijen kennis bezitten over de productie, opwerking en afzet van alginaat, is in mei 2013 besloten eerst een marktverkenning uit te voeren, alvorens een onderzoeksprogramma in te zetten.

Resultaat verkennend marktonderzoek

De eerste marktverkenning is in 2013 uitgevoerd met als doel inzicht te krijgen in de huidige alginaatketen, mogelijk kansrijke afzetroutes voor Nereda[®] alginaat en afzetroutes voor Nereda[®] granulaat. Deze marktverkenning, waarin gesprekken zijn gevoerd met ruim 20 marktpartijen, heeft geleid tot de volgende bevindingen:

- Voor de Nereda[®] alginaat route:
 - alginaat uit zeewieren wordt grotendeels geproduceerd in Azië;
 - alginaat wordt in diverse sectoren toegepast, onder meer als verdikkingsmiddel, lijmingsmiddel, coating en stabilisator;
 - de prijs van alginaat is afhankelijk van de kwaliteit, zuiverheid en stabiliteit. Prijzen voor opgezuiverd alginaat variëren met de mate van zuiverheid van circa € 2,- per kg voor de meer laagwaardige toepassingen, € 8,- per kg voor de toepassing in de hoogwaardige textielsector, tot significant hogere prijzen bij toepassing in de voedings- en medische sector;
 - voor de korte termijn lijkt afzet van Nereda[®] alginaat naar de papier- en textielsector kansrijk. De kwaliteit van het alginaat lijkt de meest bepalende factor te zijn voor de toepasbaarheid en waarde;
 - voor de (middel)lange termijn lijkt de afzet van Nereda[®] alginaat als specialiteitenproduct interessant, bijvoorbeeld voor de tuinbouwsector, bouwsector en consumentenproducten;
 - afzet naar sectoren als voeding en farmaceutica lijkt niet haalbaar, zowel qua wet- en regelgeving als om redenen van publieke perceptie.
- Voor de Nereda[®] granulaat route:
 - er is marktinteresse vanuit de (inter)nationale land- en tuinbouwsector voor Nereda[®] granulaat, vanwege het alginaat (absorptie van water) en hoge organisch stofgehalte;
 - Nereda[®] granulaat kan mogelijk internationaal worden afgezet als bodemstructuurverbeteraar en/of grondstof voor productie van kunstveen;
 - de concentratie zware metalen (met name koper en zink) is een aandachtspunt;
 - bij voorkeur wordt het granulaat afgenomen als droge korrel of geperste pellet;
 - doel van deze route is de gehele Nereda[®] korrel als granulaat af te zetten, en daarmee de korrel in zijn geheel nuttig toe te passen.

1.2 DOELSTELLING

Doel van voorliggend onderzoek was de geïdentificeerde kansrijke afzetroutes nader te onderzoeken op de haalbaarheid. Daarvoor zijn de volgende stappen uitgevoerd:

1. De productie van ALE uit aeroob korrelslib van de RWZI's Epe en Garmerwolde. ALE staat voor alginate like exopolysacchariden, met andere woorden een biopolymeer met de eigenschappen van alginaat.
2. De inzameling van Nereda® korrels voor een verkenning van de Nereda® granulaat route.
3. Verdiepend marktonderzoek, waarbij tevens ALE monsters door marktpartijen worden onderzocht op de huidige eigenschappen.
4. Onderzoek naar de kostprijs voor de productie van Nereda® alginaat en Nereda® granulaat, inclusief een technologisch ontwerp van het proces.
5. Haalbaarheidsonderzoek naar de verschillende afzetroutes, waarbij ook de impact op het zuiveringsproces en de slibverwerking wordt beschouwd.

Het uitgevoerde onderzoek is financieel ondersteund door de provincie Gelderland vanuit de Biobased Innovation Cluster Oost-Nederland (BIC-ON) regeling.

1.3 SCOPE EN LEESWIJZER

Doel van dit project is de haalbaarheid van de geïdentificeerde kansrijke afzetroutes te onderzoeken. In figuur 1.1 op de volgende pagina is het proces weergegeven om tot een granulaat of ALE product te komen. ALE kan in verschillende vormen worden geproduceerd, bijvoorbeeld als calcium-ALE of natrium-ALE. In dit figuur is aan de verschillende producten een mogelijke afzetroute gekoppeld, welke binnen dit project is onderzocht. Primaire focus van het uitgevoerde onderzoek ligt op:

- Het produceren van granulaat, om in samenwerking met marktpartijen te onderzoeken in hoeverre granulaat voor hen een interessant product vormt.
- De productie van een ALE basisproduct en onderzoek naar mogelijke directe afzet hiervan. Doel is te bepalen in hoeverre met een standaard extractieproces reeds kan worden voldaan aan de eisen en wensen van de markt. Om dit te onderzoeken worden samples aan marktpartijen verstrekt, om vervolgens gezamenlijk de resultaten te analyseren en toepasbaarheid in te schatten.
- Onderzoek naar de potentie voor opwerking van het ALE basisproduct tot een maatproduct voor specifieke afzetmarkten (chemie en textiel) en afzet hiervan.
- Het effect van ALE productie op de RWZI op de omliggende processen (o.a. slibgisting en waterzuiveringsproces).

In figuur 1.1 is tevens weergegeven welk onderdeel van het proces in welk hoofdstuk van deze rapportage wordt beschreven en/of geanalyseerd, namelijk:

Hoofdstuk 2: proces voor de productie van Nereda® ALE;

Hoofdstuk 3: karakterisering van het geproduceerde ALE en granulaat;

Hoofdstuk 4: beschrijving van het uitgevoerde marktonderzoek en de resultaten;

Hoofdstuk 5: uitwerking van de ALE extractie installatie (AEI) tot een technologisch ontwerp;

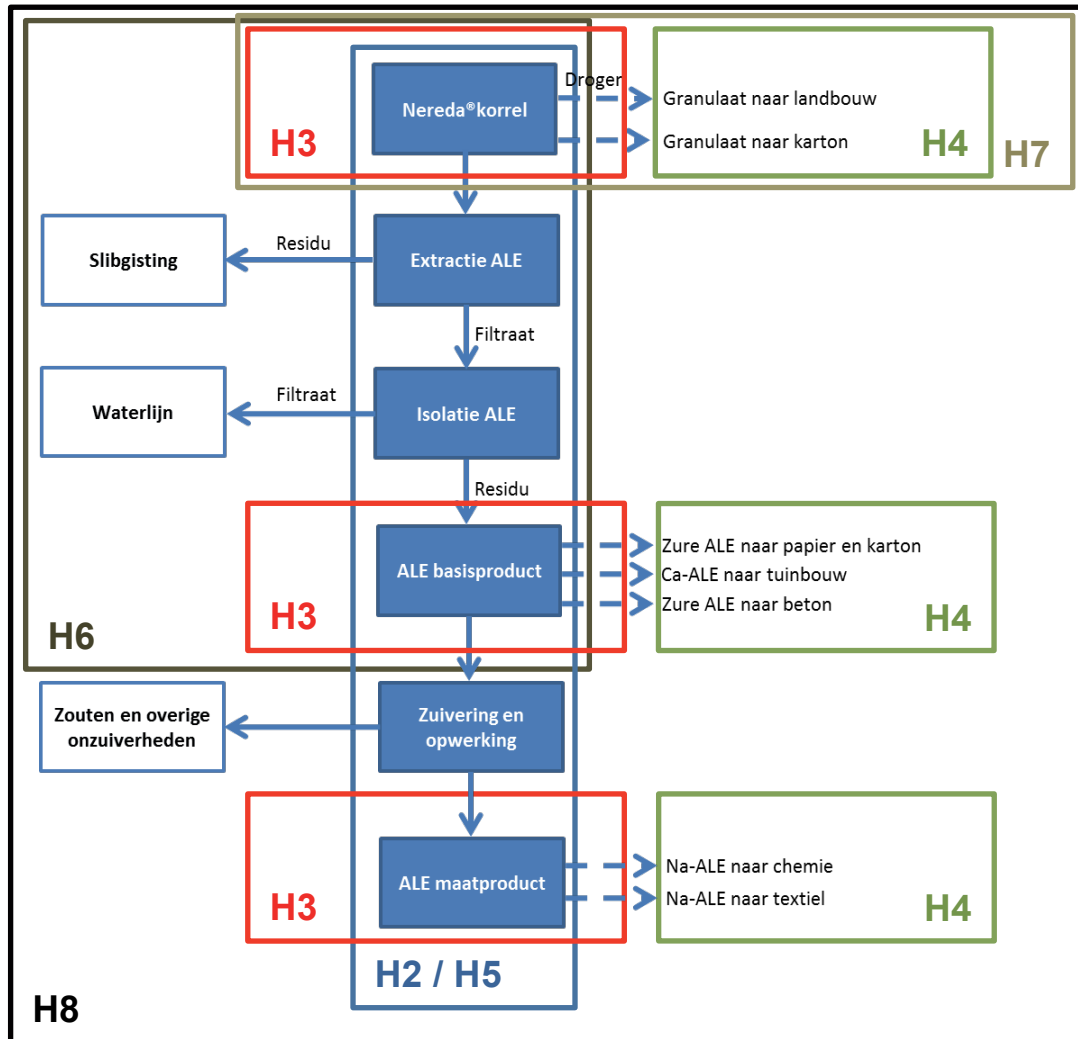
Hoofdstuk 6: beschrijving van de uitgevoerde kostprijsanalyse voor ALE;

Hoofdstuk 7: beschrijving van de uitgevoerde kostprijsanalyse voor granulaat;

Hoofdstuk 8: resultaat van de haalbaarheidsstudie per afzetroute.

FIGUUR 1.1

PROJECTSCOPE MET BIJBEHORENDE LEESWIJZER



2

PRODUCTIE VAN NEREDA®-ALE

2.1 INTRODUCTIE

Dit hoofdstuk beschrijft de wijze waarop ALE is geproduceerd, dat vervolgens is gebruikt voor de uitvoering van de markverkenning en waarvan de resultaten zijn gebruikt voor de kostprijsbepaling. Het productieproces van ALE uit de Nereda® korrel is rood omlijnd in figuur 2.1.

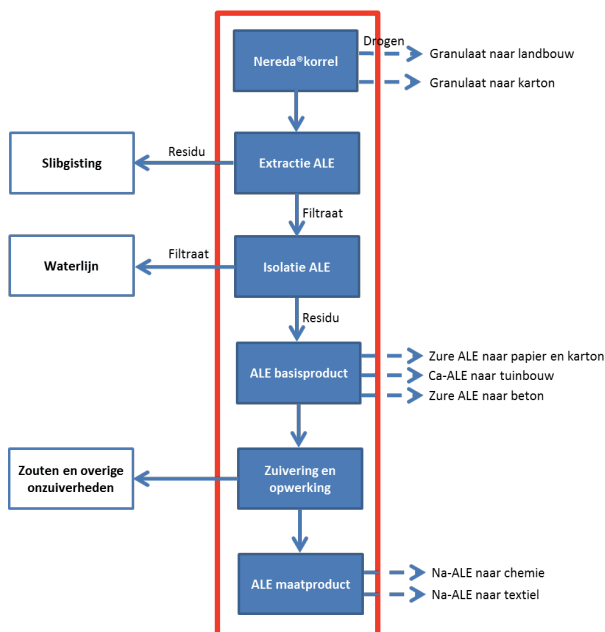
ALE PRODUCTIEPROCES

Het ALE-productieproces bestaat uit zes stappen:

- 1 Inzameling van de Nereda® korrels
- 2 Extraheren en afscheiden van ALE
- 3 Isoleren van ALE
- 4 Afscheiden ALE basisproduct
- 5 Opwerken van ALE
- 6 Produceren ALE maatproduct

FIGUUR 2.1

PROJECTSCOPE MET ROOD OMLIJND HET ALE PRODUCTIEPROCES



Binnen dit project is het productieproces als volgt uitgevoerd:

- 1 Een kleinschalige proef met korrels van de RWZI Epe om het productieproces te testen.
- 2 Een herhaling van de werkwijze tijdens de eerste proefproductie met een groter volume Nereda® korrels, ditmaal afkomstig van de RWZI Garmerwolde. Het geproduceerde ALE tijdens deze proef is gebruikt voor het marktonderzoek.

In de volgende paragraaf wordt beschreven op welke wijze de zes processtappen zijn doorlopen.

2.2 PROCESSTAPPEN VOOR DE PRODUCTIE VAN ALE

2.2.1 INZAMELING VAN DE NEREDA® KORRELS

Op de RWZI Garmerwolde is 2 m³ korrels ingezameld voor de proefproductie van ALE, verdeeld over twee multiboxen. Het droge stofpercentage van het ingezamelde slib bedroeg respectievelijk 3,65% en 4,05%.

Het ingezamelde korrelslib is per as getransporteerd naar de proeflocatie, alwaar het ALE basisproduct is geproduceerd.

Vooraf op de RWZI Garmerwolde is het aandeel grote korrels hoog (Tijdens de monsternamen in de zomer van 2014 was 75% van de korrels groter dan 400 micron).

1. EXTRAHEREN VAN ALE

De Nereda® korrels zijn gemixt in een mengvat. Vervolgens is natriumcarbonaat (Na₂CO₃) gebruikt om de pH te verhogen en is tegelijkertijd de temperatuur verhoogd naar 80°C.

Onder deze procesomstandigheden valt het korrelslib uiteen en wordt het ALE gedurende twee uur geëxtraheerd. Na de extractie zijn de slibfractie en waterfractie gescheiden met behulp van een centrifuge. Om de laatste slibdeeltjes uit de waterfractie te verwijderen is een zakkenfilter (50 micron) gebruikt.

Overigens bleek de afgevangen silbhoeveelheid in het zakkenfilter zeer beperkt, hetgeen inhoudt dat na de scheidingsstap met de centrifuge nog maar weinig slibdeeltjes groter dan 50 micron in de waterfractie aanwezig waren.

FIGUUR 2.2

FOTO VAN DE GEPRODUCEERDE ZURE ALE (FOTO: EDDIE KOORNNEEF, ROYAL HASKONINGDHV)



2. ISOLEREN VAN ALE

Tijdens de voorgaande stap wordt een waterfractie verkregen met de ALE, maar hier zitten ook opgeloste zouten en andere verontreinigingen in. Om het ALE te isoleren is tijdens dit productieproces de pH verlaagd tot <2,5 zodat het ALE uitvlokt tot een zure ALE gel. Voor de verlaging van de pH is zoutzuur (HCl) gebruikt. Deze stap vindt plaats in een mengvat.

3. AFSCHIEDEN ALE BASISPRODUCT

Doel van deze stap is het scheiden van de zure ALE gel van de resterende waterfractie. Tijdens het productieproces is voor deze stap wederom gebruik gemaakt van een centrifuge. De geproduceerde zure ALE (zie figuur 2.2) heeft een bruine kleur en een droge stof gehalte van ongeveer 6%.

4. ZUIVERING EN OPWERKING

De zure ALE kan verder worden opgewerkt tot een maatproduct, passend bij de wensen en eisen van (potentiële) afnemers. Omdat dit project als doel heeft te onderzoeken in hoeverre via het standaardproces ALE kan worden geproduceerd dat voldoet aan wensen en eisen van marktpartijen, is de ALE niet verder gezuiverd. Mogelijke activiteiten in dat kader zijn bijvoorbeeld:

- Bleken van de zure ALE met waterstofperoxide (H_2O_2). Hiermee is eind 2012 een proef gedaan op labschaal voor toepassing van ALE in de papiersector (zie paragraaf 4.1).
- Zuiveren van de zure ALE met bijvoorbeeld natronloog (NaOH) en ethanol.

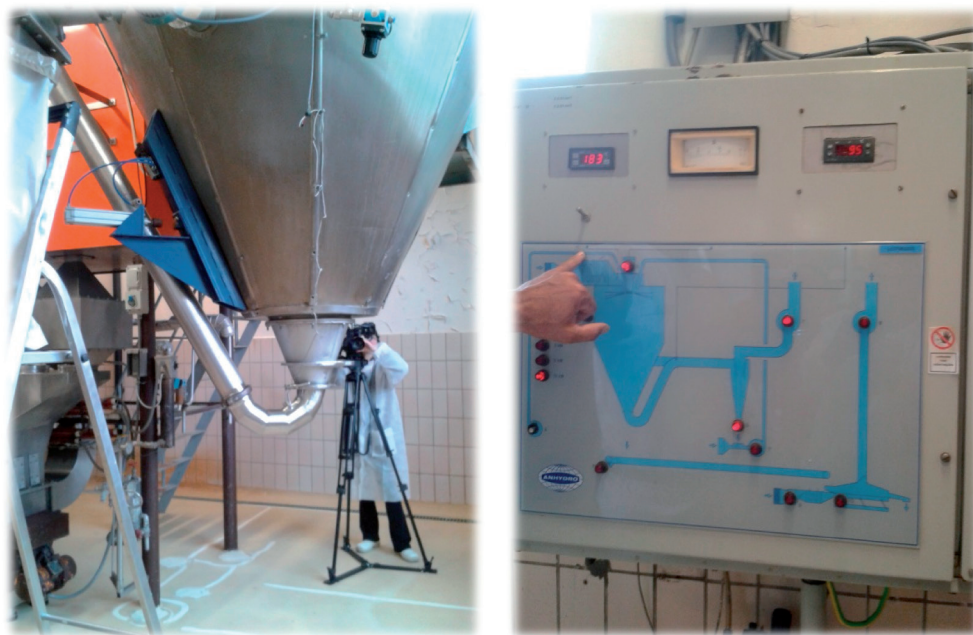
5. PRODUCEREN ALE MAATPRODUCT

Het ALE product kan vervolgens in de gewenste kwaliteit worden opgeleverd aan de afnemer. Bijvoorbeeld in de vorm van gel of poeder, of als natrium, kalium of calcium ALE.

Tijdens het doorlopen productieproces is de zure ALE gel geneutraliseerd en verdund met NaOH en vervolgens gesproeidroogd tot Na-ALE. Bij sproeidrogen wordt de ALE oplossing verneveld bij een temperatuur van ruim $180^{\circ}C$ (zie figuur 2.3). Bij deze temperatuur wordt de ALE nevel snel gedroogd tot een poeder, die neerslaat tegen de zijwand van de sproeidroger (zie figuur 2.3).

FIGUUR 2.3

LINKS: PROCESCONDITIES VAN DE DROGINGSPROCES; RECHTS: FOTO VAN DE SPROEI-DROGER, MET LINKS DE HAMER OM HET NA-ALE POEDER LOS TE MAKEN VAN DE WAND (FOTO: EDDIE KOORNNEEF, ROYAL HASKONINGDHV)



EINDPRODUCTEN

Tijdens dit project is ongeveer 325 liter zure ALE geproduceerd (6% ds). Dit is het eindproduct van stap 4. Circa 185 liter zure ALE is geneutraliseerd en gedroogd tot Na-ALE (eindproduct stap 6). De overige 140 liter zure ALE vormt tevens een product dat voor marktpartijen interessant kan zijn.

3

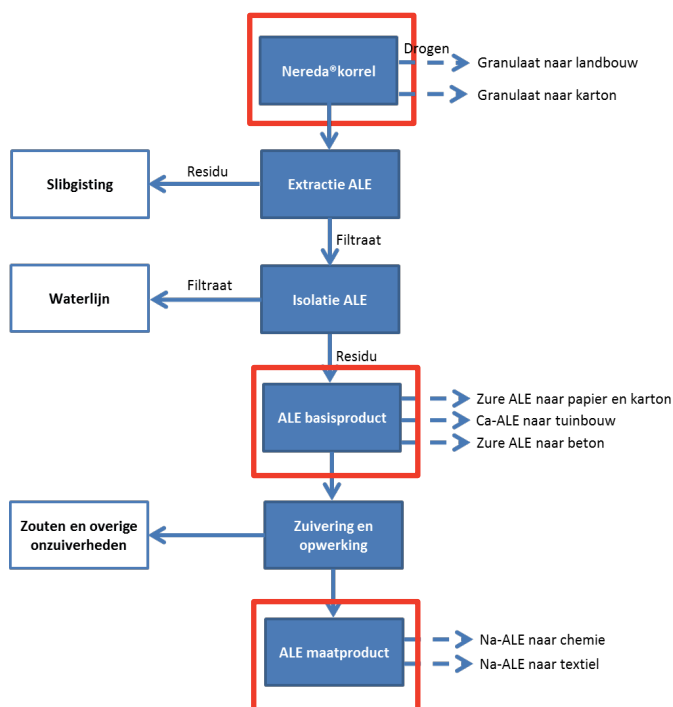
KWALITATIEF ONDERZOEK NEREDA®-ALE EN -GRANULAAT

3.1 INTRODUCTIE

Dit hoofdstuk geeft een samenvatting weer van de resultaten van het kwalitatieve onderzoek naar de karakterisering van de Nereda® korrels (granulaat) en de ALE, zoals in figuur 3.1 is aangegeven. Voor beide producten richtte het onderzoek zich op enerzijds de samenstelling en zuiverheid van het materiaal (fysisch, chemisch) en anderzijds de specificaties van het materiaal. Daarnaast is de ALE vergeleken met commercieel te verkrijgen alginaat om een goed beeld te vormen over de functionaliteit en verschillen.

FIGUUR 3.1

PROJECTSCOPE MET ROOD OMLIJND DE SCOPE VAN HET ONDERZOEK NAAR DE KARAKTERISTIEKEN VAN DE VERSCHILLENDE PRODUCTEN



3.2 GRANULAAT

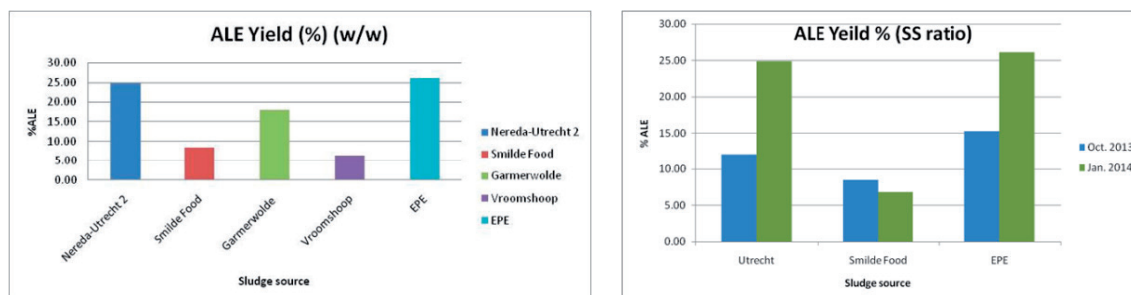
SAMENSTELLING GRANULAAT

De mogelijkheden voor een directe toepassing van gedroogde Nereda® korrels als granulaat, bijvoorbeeld in de landbouw, worden bepaald door de samenstelling en eigenschappen van het granulaat. Afhankelijk van de specifieke toepassing kan het hierbij gaan om 'positieve' bestanddelen als het ALE gehalte, overig organisch stofgehalte en de aanwezigheid van meststoffen (P,N,K) of 'negatieve' bestanddelen als microverontreinigingen, concentraties zware metalen en zouten.

Op verschillende momenten zijn op diverse locaties Nereda[®] korrelmonsters genomen en geanalyseerd. Uit de analyses blijkt dat de korrels voor 75% (RWZI Garmerwolde) tot ca. 82% (RWZI's Epe en Utrecht) bestaan uit organisch materiaal. Het anorganische materiaal of de minerale fractie van 25% tot 18% laat een samenstelling zien die weinig verschilt van actief slib. Wel ligt het aandeel anorganisch materiaal in de Nereda[®] korrel gemiddeld lager dan in actief slib. Opvallend is dat onderlinge waarden sterk kunnen variëren. In de analyses is ook gekeken naar bestrijdingsmiddelen en de werkzame bestanddelen voor landbouw toepassingen. In het volgende hoofdstuk is een uitgebreide analyse hiervan opgenomen.

De werkzaamheid van de ALE, zoals de waterbindend vermogen, wordt onder andere bepaald door de ALE fractie. In het Nereda[®] granulaat (droge stof) is voor diverse installaties de extraheerbare ALE fractie gemeten om de variabiliteit hiervan vast te stellen.

FIGUUR 3.2 ALE FRACTIE VAN MONSTERS UIT VERSCHILLENDE WATERZUIVERINGSINSTALLATIES

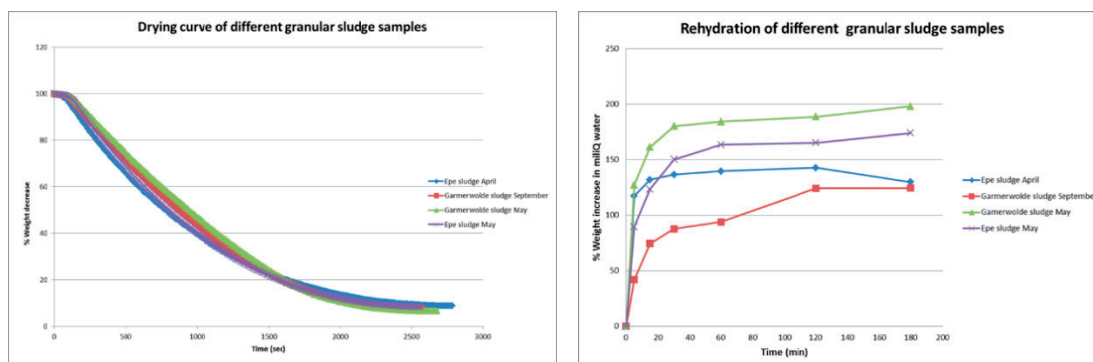


In figuur 3.2 staat een overzicht van enkele metingen van de ALE fractie. Deze varieert sterk, zowel in de tijd (figuur 3.2, rechts) als per locatie (figuur 3.2, links). Bij Smilde Foods staat een industriële waterzuiveringsinstallatie die het afvalwater zuivert dat afkomstig is van een voedingsmiddelenproductie. De RWZI Vroomshoop was ten tijde van de monsternamen nog relatief kort in bedrijf en geeft daarmee een minder representatief beeld. De hogere ALE fractie in Epe en Utrecht slib valt samen met een betere korrelvorming in 2014 ten opzichte van 2013. De ALE fractie zal naar verwachting onder normale omstandigheden variëren tussen 15% en 25%.

WATERBINDEND VERMOGEN GRANULAAT

In figuur 3.3 zijn de resultaten opgenomen van de metingen van het waterbindend vermogen van het granulaat. De korrels waren (zonder aanhangend water) gedroogd bij 100°C en de gewichtsafname is als functie van de tijd gemeten. De hoeveelheid vrijgekomen water bedroeg 15 maal het drooggewicht. De droogcurves voor de verschillende slibsoorten, afkomstig van de verschillende locaties zijn vergelijkbaar.

FIGUUR 3.3 WATERABSORPTIE VAN HET NEREDA[®] GRANULAAT



Na het drogen is het granulaat getest op wateropname capaciteit (figuur 3.3. rechts). Het geabsorbeerde water bedroeg 1 tot 2 maal het eigen gewicht. Dit ligt aanzienlijk lager dan het potentiële absorptievermogen van 15. Dit kan komen door de verandering van de structuur tijdens het drogen op relatief hoge temperatuur, de aanwezigheid van metaalionen zoals ijzer, en de hydrofobe fracties van het polymeer. Het waterbindend vermogen is hoog, maar de rehydratie van dit sample is laag. Bij langere incubatie neemt het alginaat meer water op. In het verleden zijn bij andere samples hogere absorptiewaarden van ongeveer 8 maal het eigen gewicht gemeten. Hier was gedroogd bij lagere temperatuur. Niettemin lijkt voor toepassingen om snel vocht vast te leggen het Nereda[®] granulaat minder geschikt. Voor toepassingen als bijvoorbeeld veenvervanger is dat laatste aspect van minder belang (ook veen bevochtigd immers moeilijk).

3.3 ALE

De extraheerbare hoeveelheid ALE in het Nereda[®] korrels is gelijk aan de ALE fractie in de droge korrels en ligt tussen de 15% en 25% van het totale droge stof gewicht.

SAMENSTELLING EN ZUIVERHEID ALE

Uit Nereda[®] korrels van verschillende waterzuiveringsinstallaties is ALE geëxtraheerd en geanalyseerd. De ALE van de grootschalige proefproductie is hier toegevoegd als Garmerwolde (2).

Om een beeld te krijgen van de organische samenstelling en moleculaire verbindingen is gebruik gemaakt van FT-IR spectroscopie. Hiermee worden vooral de aanwezige chemische bindingen in het polymeer gekarakteriseerd. De gemeten FT-IR spectra van de verschillende geëxtraheerde ALE monsters zijn vrij consistent.

Dit betekent dat de polymeren goed vergelijkbaar zijn met elkaar. Op basis van de spectra kunnen deze polymeren geclassificeerd worden als ALE³. Enkele kleine verschillen lijken te worden veroorzaakt door onder meer verschillen in de M/G ratio's (de ratio van mannuron (M) en guluron (G) blokken waaruit het polymeer is opgebouwd), de binding van mineralen met het polymeer en de aanwezigheid van extra functionele groepen (zoals een acetyl groep).

In tabel 3.1 is het moleculair gewicht van de verschillende samples gepresenteerd. Dit geeft een indicatie voor de ketenlengte van het polymeer. De waarden verschillen sterk per sample. Het sample Garmerwolde (2) is geproduceerd tijdens de proefproductie zoals beschreven in hoofdstuk 2. Ter vergelijking, het moleculaire gewicht van Sigma Alginaat, een commercieel verkrijgbaar alginaat product, ligt tussen de 120 en 150kDa.

TABEL 3.1

MOLECUULGEWICHT VAN GEËXTRAHEERD ALE UIT ENKELE KORRELSAMPLES VAN NEREDA[®] INSTALLATIES

Na-ALE	<5kDa ⁴	5-100kDa	100-300kDa	>300kDa
Utrecht	3%	9%	8%	80%
Garmerwolde (1)	17%	9%	30%	45%
Garmerwolde (2)	0%	2%	8%	90%
Epe (1)	0%	0%	0%	100%
Epe (2)	6%	17%	15%	52%

3 Lin, Y., Kreuk, M. de., Loosdrecht, M.C.M. van., Adin, A. (2010). Characterization of alginate-like exopolysaccharides isolated from aerobic granular sludge in pilot-plant. Water Research 44: 3355-3364.

4 Moleculaire massa uitgedrukt in kDa, waarbij de k staat voor kilo en de D voor Dalton; equivalent met kg/mol.

De minerale fractie van het ALE geproduceerd tijdens de proefproductie met korrels van de RWZI Garmerwolde is in tabel 3.2 vergeleken met de minerale fractie in een ALE sample dat op labschaal is geproduceerd. De aanwezige metalen kunnen via een verdere zuivering in hoge mate worden verwijderd. Bijvoorbeeld via dialyse zijn monsters van Utrecht en Epe in eerder onderzoek succesvol gezuiverd. De zuiverheid van natrium alginaat uit zeewieren bedraagt doorgaans meer dan 95%, exclusief de aanwezigheid natrium.

TABEL 3.2

VOORNAAMSTE BESTANDDELEN IN MINERALE FRACTIE VAN GEËXTRAHEERD ZURE ALE UIT DE NEREDA® INSTALLATIE TE GARMERWOLDE

Element	Garmerwolde (1) (wt%) Mei 2014	Garmerwolde (2) (wt%) September 2014
Na	12,7	10,4
Cl	11,8	29,6
P	0,85	2,91
Fe	0,78	3,06
S	0,62	1,60
Si	0,34	1,52
Ca	0,28	1,66
K	0,24	1,26
Al	0,17	0,75

Er zijn significante verschillen in de samenstelling van beide samples. Het hogere ijzergehalte is waarschijnlijk veroorzaakt door een ijzerdosering, welke tijdens een regenwater aanvoer voorafgaand aan de bemonstering van het slib heeft plaatsgevonden. IJzer bindt sterk aan de biopolymeren waardoor deze moeilijker oplossen na droging. Er moest ook meer HCl worden gebruikt in vergelijking tot de uitgevoerde extractie in september. Een hoger gehalte aan P, Ca, Al, Mg en Zn is waarschijnlijk veroorzaakt door de verschillende slibleeftijden van de korrels in de installatie.

De aanwezigheid van het ijzer in de ALE van de proefproductie Garmerwolde (2) heeft de eigenschappen hiervan beïnvloed. Met name het Na-ALE poeder was hierdoor minder eenvoudig als referentiemateriaal voor Na-alginaat te gebruiken. Metingen van het waterabsorptievermogen van de ALE gaven aan dat hierdoor een lagere wateropname plaatsvindt van het gedroogde ALE. Voor de opwerking van ALE vormt het aanwezige ijzer een aandachtspunt.

Op basis van eerdere experimenten is het waterabsorptievermogen van Ca-ALE vastgesteld op ongeveer 5 maal het eigen gewicht, met een bevochtiging gedurende een etmaal.

SPECIFICATIES ALE

De viscositeit is een belangrijke parameter voor alginaatproducten. Omdat verschillende toepassingen om een verschillende viscositeit vragen, worden in de markt van Na-alginaat waarden gerapporteerd oplopend tot 1.000 mPa.s. De prijs neemt meestal toe met de toename in viscositeit. Enkele waarden voor de viscositeit van ALE zijn weergegeven in onderstaande tabel voor 1% (w/w) ALE waterige oplossingen. Vanwege praktische redenen is hier de viscositeit gemeten van ALE in de zure vorm. Deze waarde is goed te vergelijken met ALE met natrium in plaats van een proton als tegenion. De viscositeitswaarden van de samples (zie tabel 3.3) zijn variabel, maar liggen wel in het bereik van het commercieel verkrijgbare alginaten.

TABEL 3.3

VISCOSITEIT VAN EEN 1% OPLOSSING VAN H-ALE

	RWZI	Viscositeit (mPa · s)
1	Garmerwolde (2) (September)	860
2	Epe	550
3	Utrecht	200
4	Smilde Food	80

Door de extractiemethode treedt er tegelijkertijd hygiëniserende op waardoor de ALE mogelijk beter geschikt is voor bijvoorbeeld toepassingen in de land- en tuinbouw. Er is één keer een kiemgetal bepaald, maar plaattellingen gaven aan dat er geen actieve bacteriën in het ALE aanwezig waren.

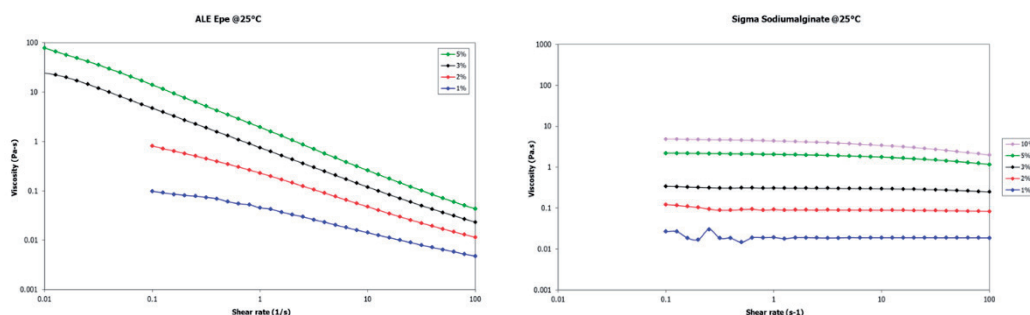
VERGELIJKING MET ZEEWIER ALGINAAT

Het molecuulgewicht van Nereda[®] ALE (zie tabel 3.1) lijkt voor goede korrels hoger te zijn dan het molecuulgewicht van zeewier alginaat (120 tot 150 kDa). Dit is op zich gunstig. Echter, de variabiliteit van het molecuulgewicht is dit moment een aandachtspunt. Dit kan een directe afzet van ALE voor toepassingen met een nauwe productspecificatie namelijk lastiger maken. Viscositeit is een belangrijke parameter. Uit voorgaande paragraaf blijkt dat de viscositeit verschilt tussen de verschillende monsters. De meeste monsters bevinden zich in de range die ook voor zeewier alginaat wordt gevonden. De variabiliteit in de gemeten waarden van de viscositeit betekent dat voor toepassingen waar het stromingsgedrag van belang is, de productkwaliteit van individuele samples op voorhand lastig te voorspellen zal zijn. Dit vormt een aandachtspunt voor verder onderzoek.

De dynamische viscositeit geeft aan hoe de 'stroperigheid' verandert als gevolg van de snelheid waarmee de vloeistof stroomt. De dynamische viscositeit van de ALE is vergeleken met die van alginaat, zie figuur 3.4. De dynamische viscositeit laat voor ALE echter een ander patroon zien dan voor zeewier alginaat. De viscositeit van ALE neemt af naarmate de afschuif-snelheid toeneemt, het zeewier alginaat daarentegen vertoont Newtoniaans gedrag. De ALE heeft pseudo plastische eigenschappen; het wordt minder stroperig bij een toenemende snelheid waarmee het stroomt. Dit kan voor sommige industriële toepassingen (bijvoorbeeld als de oplossing verspreid moet worden) een voordeel zijn.

FIGUUR 3.4

DE DYNAMISCHE VISCOSITEIT VAN ALE (LINKS) EN VAN ALGINAAT (RECHTS) ALS FUNCTIE VAN DE AFSCHUIFSPANNING



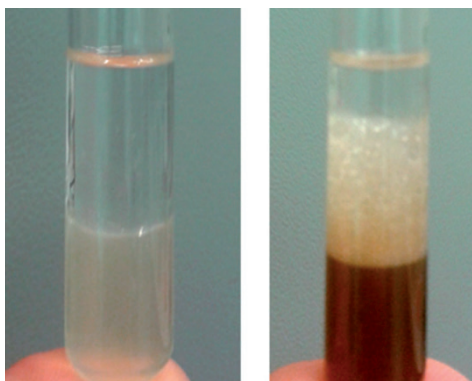
Uit de analyse naar de functionele groepen van de ALE bleek dat het polymeer zowel hydrofiele als hydrofobe groepen bezit ('amphiphilic property'). Dit in tegenstelling tot zeewier alginaat dat alleen hydrofiele eigenschappen heeft. Dit is een interessante onderscheidende eigenschap. Als bijvoorbeeld papier een ALE coating krijgt dan zal deze waterafstotend zijn.

In een olie-water systeem heeft ALE emulsificerende eigenschappen terwijl zeewier alginaat volledig in de waterfase blijft, zie figuur 3.5.

FIGUUR 3.5

LINKS: HYDROFIELE EIGENSCHAPPEN VAN ZEEWIERALGINAAT.

RECHTS: HYDROFOBE EN HYDROFIELE EIGENSCHAPPEN VAN (ONGEBLEEKTE) ALE (FOTO: YUEMEI LIN, TU DELFT)



3.4 CONCLUSIE

GRANULAAT

De as (mineralen fractie) samenstelling van Nereda[®] granulaat lijkt op dat van actief slib. De gemeten waarden van het waterabsorberend vermogen lopen op tot 8 maal het eigen gewicht van de korrels. Deze waarde is sterk afhankelijk van de droogmethode en zou in theorie 15x het eigen gewicht kunnen zijn. Dit waterabsorberend vermogen is een belangrijke positieve eigenschap voor bijvoorbeeld toepassingen in de landbouw. De snelheid waarmee het granulaat water opneemt, de rehydratie, is overigens een proces dat dagen vergt.

ALE

ALE is een hoogwaardig biopolymeer vanwege het relatief hoog molecuulgewicht dat tevens hoger is dan die van de meeste commerciële alginaten. Hoger molecuulgewicht, dus langere polymeer ketens, betekent in de regel een hogere viscositeit, betere verdikkingseigenschappen en gelerende werking. Ook is het daarmee in potentie geschikt(er) als bouwsteen voor nanocomposieten en meer in het algemeen als bouwsteen voor nieuwe materialen in de chemie.

Er is een grote variatie in opbrengst en fysische eigenschappen van de ALE op het moment van extractie en tussen de verschillende installaties onderling. Vermoedelijk ligt hieraan ten grondslag de “leeftijd” van het korrelmateriaal. De RWZI Vroomshoop was op het moment van monsternamen pas recent opgestart. Belangrijkste fysische eigenschappen:

- ALE heeft een viscositeit tussen 100 en 900 mPa.s. en deze range valt samen met die van commercieel verkrijgbare alginaten;
- ALE heeft een andere visceus gedrag dan alginaat, namelijk pseudo plastisch gedrag, dat voordelig kan zijn in bepaalde industriële processen waarbij bijvoorbeeld een vloeistof verspreid moet worden.
- ALE heeft een hoger molecuulgewicht (langere ketens) dan alginaat wat een indicatie is voor de kwaliteit van het biopolymeer.

Vanwege de hoge ijzerconcentratie – waarschijnlijk als gevolg van de ijzerdosering op de RWZI Garmerwolde – vertoont het geproduceerde Na-ALE poeder (Garmerwolde 2) andere eigenschappen in vergelijking met eerdere extracties op labschaal. Het ijzer bindt zich sterk aan de polymeren en beïnvloedt de eigenschappen in ongunstige zin. Het gedroogde ALE lost maar gedeeltelijk op in water, omdat het ijzer zich zeer sterk aan de polymeerketens hecht.

Het Na-ALE poeder was minder representatief en daarom is in de meeste gevallen ook zure ALE in gel vorm meegestuurd als sample naar marktpartijen. In de zure ALE hebben de mineralen zich wat minder sterk gebonden aan de polymeren. Op de andere Nederlandse Nereda® installaties worden geen of nauwelijks metaalzouten gedoseerd, voor de verwijdering van fosfaat uit afvalwater. Daardoor zal dit effect zich in ALE van andere RWZI's zich minder snel voordoen.

ALE is op aspecten anders dan alginaat uit zeewier. In elk geval zijn de ontdekte pseudo-plastische en hydrofobe aspecten interessant. Zij creëren mogelijkheden voor nieuwe toepassingen.

4

MARKTONDERZOEK

Dit hoofdstuk beschrijft het resultaat van het uitgevoerde marktonderzoek naar:

- de afzetroutes voor Nereda® granulaat;
- de afzetroutes voor een basis ALE product;
- de afzetroutes voor een ALE maatproduct.

De scope van dit hoofdstuk is rood omlijnd in figuur 4.1.

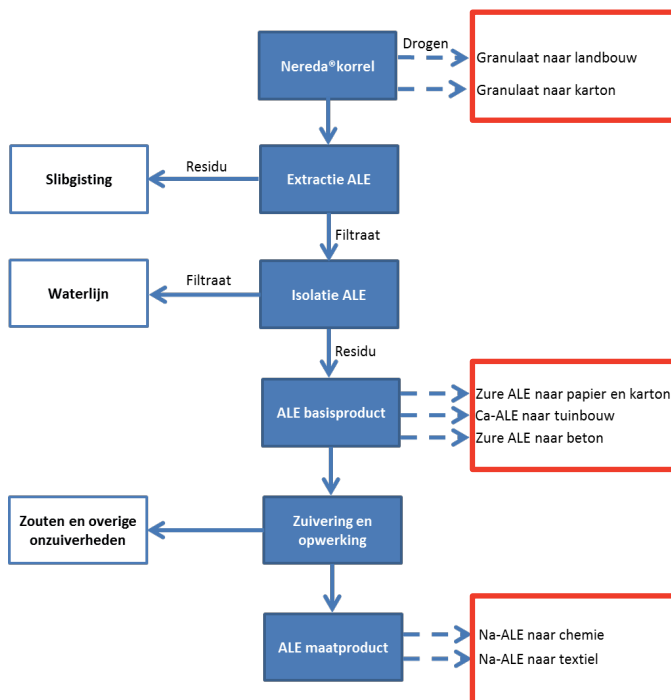
Het marktonderzoek is uitgevoerd door uitvoering van de volgende activiteiten:

- 1 Verkennende gesprekken te voeren met potentieel geïnteresseerde marktpartijen.
- 2 Verdiepende gesprekken aan te gaan met geïnteresseerde partijen uit het verkennende markt-onderzoek uitgevoerd in 2013 en nieuw geïnteresseerde partijen.
- 3 Aan concreet geïnteresseerde partijen samples Nereda® granulaat, zure ALE (basis ALE product) of Na-ALE te verstrekken.
- 4 Het resultaat van uitgevoerd onderzoek door externe partijen gezamenlijk te analyseren.

In onderstaande paragrafen is per sector - zoals benoemd in de rood omlijnde kaders in figuur 4.1 – de uitkomst van het marktonderzoek uitgewerkt.

FIGUUR 4.1

PROJECTSCOPE MET ROOD OMLIJND DE SCOPE VAN HET MARKTONDERZOEK



4.1 PAPIER EN KARTON INDUSTRIE

Er is reeds gedurende een langere periode nauw contact met de papier en karton industrie (PKI) over de mogelijke toepassingen van ALE. Zo zijn in 2012 experimenten uitgevoerd om te onderzoeken in hoeverre ALE als lijmsingsmiddel voor massalijming of coating (oppervlakte-lijming) kan worden toegepast. Voor de PKI is de potentie van ALE tijdens deze testen aangetoond (zie hieronder).

RESULTAAT ONDERZOEK PKI 2012

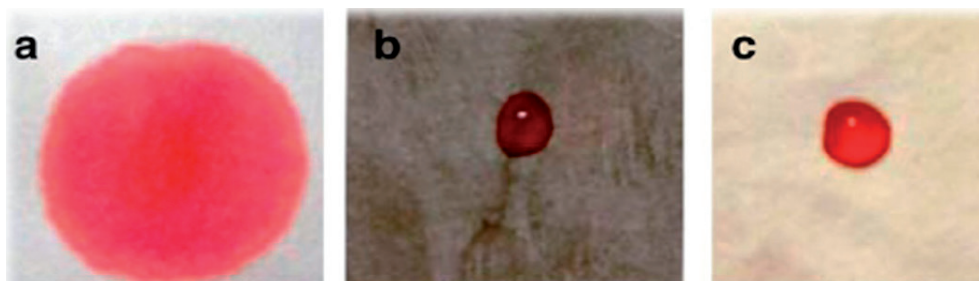
In 2012 is onderzoek uitgevoerd naar de toepassing van ALE als lijmsingsmiddel voor de PKI. Op labschaal is ALE geproduceerd uit Nereda® korrels van de RWZI Epe. Met deze ALE zijn diverse testen uitgevoerd. De belangrijkste behaalde resultaten zijn:

- Er is een druppeltest uitgevoerd waarbij aan de hand van de contacthoek van de op het papier gebrachte druppel kan worden bepaald of er sprake is van een lijmingseffect. De contacthoek na behandeling van met ALE gelijmd papier komt heel dicht in de buurt van commercieel gelijmd papier (waaronder lijming met AKD).
- Er is een vergelijking gemaakt tussen het effect van het opbrengen van waterdruppels op:
 - niet gecoat papier;
 - papier gecoat met 5% ongebleekte ALE;
 - papier gecoat met 8% gebleekte ALE.

Het resultaat van dit experiment is gepresenteerd in figuur 4.2. In deze figuur is een duidelijk effect van gebleekte en ongebleekte ALE zichtbaar, namelijk een hogere mate van waterafstotendheid van het papier. Dit resultaat wijkt af van zeewier alginaat, dat geen hydrofobe eigenschappen heeft.

FIGUUR 4.2

WATER DRUPPELS MET RODE KLEURSTOF OP A. NIET MET ALE GECOAT PAPER, B. PAPIER GECOAT MET 5% ALE EN (C). PAPIER GECOAT MET 8% GEBLEEKTE ALE⁵



RESULTAAT MARKONDERZOEK

De PKI beschouwt bovenstaande resultaten als veelbelovend. Ook zijn door de PKI in het verleden onderzoeken uitgevoerd naar de toepassing van alginaat uit zeewieren. In Nederland wordt alginaat niet of nauwelijks als grondstof gebruikt, voornamelijk vanwege de hoge inkooprijks.

5 Lin, Y.M., Nierop, K.G.J., Girbal-Neuhauser, E., Adriaanse, M., van Loosdrecht, M.C.M. (2015) Sustainable polysaccharide-based biomaterial recovered from waste aerobic granular sludge as a surface coating material. Sustainable Materials and Technologies 4: 24-29.

Voor de PKI zijn de volgende toepassingen voor ALE en/of granulaat benoemd:

- 1 **Inzet van ALE als lijningsmiddel.** In de PKI wordt gebruik gemaakt van lijningsmiddelen voor:
 - a massalijming: fijne verdeling in de vezelstof;
 - b oppervlaktelijming: alleen aan het oppervlak van het blad door middel van een lijmpers.

Bestaande lijningsmiddelen zijn (naast alginaat): Harslijm, AKD, ASA, SMA co-polymeren, SAE co-polymeren en kationisch zetmeel. Het lijmingseffect wordt bepaald door de waterafstotende werking te meten, uitgedrukt in een Cobb-waarde. Afhankelijk van de toepassing en het type lijningsmiddel wordt door de PKI thans tussen € 1,- tot € 5,- betaald per kilogram lijningsmiddel. In de PKI wordt – afhankelijk van het type product – tussen de 0,3% en 2,0% ten opzichte van gewicht eindproduct aan lijningsmiddel gebruikt. Jaarlijks produceert de PKI enkel in Nederland 3 miljoen ton eindproduct, waarvoor jaarlijks ongeveer 30.000 ton lijningsmiddel nodig is.

Tijdens de gezamenlijke brainstormsessie hebben de betrokken partijen aangegeven een positief gevoel te hebben bij de kansen voor toepassing van ALE als lijningsmiddel. Er is concrete interesse getoond om gezamenlijk onderzoek uit te voeren naar deze toepassing.

- 2 **Inzet van granulaat als vulmiddel.** Vooral voor dikkere kartonproducten wordt bij de productie gebruik gemaakt van materialen die voor massa zorgen, maar niet per definitie uit vezels bestaan. Mogelijk kan granulaat – afkomstig van industriële zuiveringen – hiervoor worden ingezet, waarbij het granulaat mogelijk ook een lijmingseffect genereert. Het aantal papierfabrieken waar granulaat kan worden toegepast zal overigens beperkt zijn, door de specifieke afzet in laagwaardige kartonproducten en het geringe aantal fabrieken dat deze producten produceert.

Naast de maatschappelijke perceptie vormen ook de aanwezige (microbiologische) verontreinigingen een knelpunt voor toepassing van granulaat afkomstig van communale zuiveringen.

POTENTIE TOEPASSING NEREDA® GRANULAAT IN PKI

Voor granulaat afkomstig van communale zuiveringen lijkt toepassing in de PKI onhaalbaar. Naast de maatschappelijke perceptie, zal ook de kwaliteit van het granulaat een knelpunt vormen.

Voor granulaat afkomstig van industriële zuiveringen of eigen zuiveringen kan toepassing in de PKI (op relatief beperkte schaal) interessant zijn. Granulaat kan mogelijk worden toegepast als vulmiddel in dikkere kartonproducten. Indien het ALE beschikbaar is / beschikbaar wordt gemaakt als lijningsmiddel, zal dit de aantrekkelijkheid van het product versterken. De PKI is geïnteresseerd in een onderzoek naar deze route. De economische waarde van granulaat voor toepassing in de PKI als vulmiddel zal naar verwachting beperkt zijn.

POTENTIE TOEPASSING ALE IN PKI

De toepassing van ALE in de PKI wordt door de marktpartijen kansrijk geacht. Het resultaat van uitgevoerde testen is veelbelovend. Ook wordt ALE beschouwd als interessante grondstof om kringlopen te sluiten, wat in lijn is met de duurzaamheidsambities van de PKI.

Voor ALE afkomstig van communale zuiveringen lijkt afzet in de PKI niet haalbaar (diverse papier- en kartonproducten). Hoe zuiver het ALE-product ook geproduceerd kan worden, de maatschappelijke perceptie blijft altijd een aandachtspunt. Verpakkingsmateriaal wordt namelijk vooral gebruikt in de voedingsmiddelenindustrie. Met de PKI wordt gesproken over nadere onderzoeken om de toepasbaarheid van ALE als lijningsmiddel concreet te maken.

4.2 TEXTIEL

Alginaat wordt voor een groot deel afgezet in de textielmarkt (40-50%). Het wordt vooral gebruikt als verdikker van verfstoffen vanwege de sterke eigenschappen van alginaat. Deze eigenschappen zijn onder andere::

- het is een sterke verdikker in vergelijking met andere producten;
- het reageert niet met de kleurstoffen;
- de viscositeit maakt het geschikt voor zeefdruktechnieken;
- het zorgt voor heldere kleuren en is slijtvast;
- het is breed toepasbaar voor verschillende soorten stoffen als synthetische vezels, zijde, katoen en wol.

Uit gesprekken met gebruikers blijkt dat in de praktijk net zolang met additieven wordt geëxperimenteerd totdat de beste samenstelling wordt gevonden. Deze samenstelling varieert per textielsoort, drukwijze en kleurstof. Kostenoverwegingen spelen een rol, waarbij alginaat als een van de duurdere additieven wordt beschouwd.

In kader van dit onderzoek is contact opgenomen met de belangrijkste spelers in het hoge segment en zijn Na-ALE samples verstrekt. Dit type bedrijven koopt bulk partijen ruw alginaat op uit Azië voor minimaal € 7,- per kilo. Zij werken dit alginaat op voor hun klanten tot goed gespecificeerde producten, waarbij een hoge zuiverheid en viscositeit van belang zijn.

Partijen in het lagere marktsegment zijn moeilijker te benaderen. De marktstructuur is veel gevarieerder en bestaat uit een veelvoud aan voornamelijk Aziatische bedrijven. Zij gebruiken doorgaans goedkopere alginaat van lagere zuiverheid en viscositeit en kopen deze in via de groothandel. Het meeste alginaat is afkomstig uit China.

Op grond van de gemeten viscositeit kan ALE interessant zijn voor de textielmarkt. In het hogere segment is 800 mPa.s (bij 1% oplossing) gewenst. Enkele analyses van ALE monsters geven aan dat die waarden kunnen worden gehaald (hoofdstuk 3). Nader onderzoek naar variabiliteit op dit vlak is gewenst. In dit lagere marktsegment bedraagt de alginaatprijs circa € 2,- tot € 4,- per kilo. Andere aandachtspunten zijn de benodigde zuiverheid van 95% voor een hoogwaardige afzet en de randvoorwaarde een wit reukloos eindproduct te leveren. Op labschaal is aangetoond dat aan beide aspecten kan worden voldaan.

Nieuwe markten voor ALE kunnen liggen in het maken van nieuwe type vezels en het gebruik als versterker in non-woven producten om de eigenschappen te verbeteren. Voor non-woven is al enige tijd contact met een aantal marktpartijen dat bekend is met het gebruik van alginaat in onder meer wondverband⁶. De focus van voorliggende marktverkenning lag echter op bestaande markten. Het kan interessant zijn om in deze sector naar nieuwe toepassingen te zoeken vanwege de grote potentiële afzetvolumes.

6 Medische toepassingen van ALE als wondverband worden vanwege de herkomst van het aeroob korrelslib onhaalbaar geacht.

4.3 CHEMIE

De chemie sector lag oorspronkelijk buiten de scope van dit project, maar in de loop van 2014 is besloten om een oriëntatie te starten op deze partijen vanwege de potentiële omvang die deze sector vertegenwoordigt. Ook kunnen zij mogelijk een belangrijke tussenschakel vormen in de waardeketen naar eindklanten toe.

Daarnaast is op de TU Delft een aantal ontwikkelingen gaande op het gebied van nieuwe biopolymeren en materialen. Een aantal verrassende ontdekkingen is gedaan, waaronder op het gebied van alginaat materialen, ALE en toepassingen daarvan. Hiervan is nanocomposiet materiaal op basis van alginaat het meest vergevorderd (zie ook paragraaf 4.6). Vanuit deze activiteiten is er interactie ontstaan met de (chemische) industrie die zich deels heeft vertaald in interesse voor ALE.

Voor de grote chemische bedrijven geldt dat potentiële volumes groot moeten zijn. Het is goed mogelijk dat buiten de huidige niche toepassingen, nooit naar bulk alginaat toepassingen is gekeken. Dit vanwege het feit dat het volume van de alginaataanvoer vanuit zeewier moeilijk boven een door de natuur bepaalde grens uit zal komen. Dit ligt nu anders met ALE waarbij (toekomstige) volumes nauwelijks meer worden begrensd. De Nereda[®] installaties alleen al, hebben een potentiële productiecapaciteit die aanzienlijk hoger is dan de huidige alginaatmarkt. Daarnaast kunnen ook andere reststromen of feedstock zoals organisch afval, restproducten in de verwerking van agrarische producten en suiker/melasse worden ingezet voor de productie van ALE.

Twee bedrijven hebben ALE samples geëvalueerd, daarnaast zijn vier andere partijen geïnteresseerd in onderzoek naar de potentie van ALE. De voorlopige conclusies naar aanleiding van de twee verstrekte samples zijn als volgt:

- De reologische en gelerende eigenschappen van ALE zijn anders dan die van commercieel alginaat (zie ook hoofdstuk 3).
- De zuiverheid van het product vormt een aandachtspunt, evenals de voorkeur voor een wit en geurloos eindproduct. Via opwerkingsstappen op labschaal is aangetoond dat aan deze punten kan worden voldaan.

Beide partijen vervolgen het onderzoek naar de toepassing van ALE.

4.4 TUINBOUW

In de eerdere marktverkenning zijn contacten ontstaan met een aantal partijen in de land- en tuinbouw. Aan één bedrijf – een producent van substraten – is een Na-ALE monster verstrekt. Tijdens een test is de werking van Na-ALE vergeleken met commercieel verkrijgbaar alginaat. Zowel het Na-alginaat als het verstrekte Na-ALE vertoonde werkzaamheid (structuurverbetering) voor de beoogde toepassing. Echter, de benodigde hoeveelheid Na-alginaat en Na-ALE om tot de beoogde werkzaamheid te komen, ligt relatief hoog. Hierdoor komt de hoeveelheid zouten (met name Na en Cl) boven de drempelwaarde. Daarnaast leidt een hogere dosering tot een reductie van de economische waarde van het product.

Om bovenstaande reden heeft het betreffende bedrijf besloten zowel Na-alginaat (uit zeewier) als Na-ALE vooralsnog niet verder te onderzoeken. Wel is er interesse om andere varianten, zoals Ca-ALE, te onderzoeken die uit minder/andere zouten bestaan. Een randvoorwaarde is dat het product stabiel moet zijn en geen geur emitteert, die kan worden geassocieerd met de herkomst van het product.

Ook is contact gelegd met een tuinbouworganisatie die interesse heeft in het toepassen van granulaat in substraatproducten. Deze route wordt nader beschouwd in de volgende paragraaf.

4.5 LANDBOUW

In 2013 is in het kader van het verkennende marktonderzoek contact gelegd met een aantal marktpartijen. In dit verdiepende marktonderzoek is in samenwerking met drie partijen een verkennend onderzoek uitgevoerd, gericht op de mogelijke toepassing van thans beschikbare Nereda® korrels in de vorm van granulaat. Voor dit onderzoek zijn monster genomen op de RWZI's Garmerwolde (drie monsters in de tijd), Epe (één monster) en Utrecht (één monster).

Voorafgaand aan de analyses is het korrelsib gezeefd, om een analyse te maken van een monster met een zo hoog mogelijk gehalte aan korrels. De monsters zijn geanalyseerd op het gehalte nutriënten, zware metalen en de aanwezigheid van pesticiden. Onderstaand worden de belangrijkste resultaten gepresenteerd.

VORM

Voor toepassing in de landbouw, dient het Nereda® granulaat te worden aangeleverd in de vorm van een korrel (ca. 2 tot 4 mm) of geperste pellet (zie figuur 4.3). De productie van korrels maakt het mogelijk granulaat te mengen met andere substraten, zoals kalkkorrels (links in figuur 4.3). Andere optie is een granulaatpellet op maat te produceren.

FIGUUR 4.3 MOGELIJKE VORMEN WAARIN GRANULAAT DIEN TE WORDEN AANGELEVERD (LINKS: KALKKORREL, RECHTS: KOEMESTPELLET)



Indien het granulaat wordt gemengd met andere substraten, is een Regeling Handels Potgronden (RHP) certificering wenselijk.

TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN

Voor het granulaat zijn verschillende toepassingsmogelijkheden geïdentificeerd:

- Verbeteren vochtthuishouding. De Nereda® korrel kan veel vocht vasthouden (zie ook hoofdstuk 3). Hiermee kan een bijdrage worden geleverd aan de vermindering van de droogtegevoeligheid van veel gronden. De toediening van 10 ton granulaat per hectare leidt ertoe dat ca. 5 mm extra water kan worden vastgehouden in de bodem. Hierdoor hoeft in de zomer minder te worden beregend, om droogteschade te verminderen.
- Verminderen stuifgevoeligheid van de bodem. Alginaat staat bekend om de geleerende werking. Dit kan een gunstig effect hebben op stuifgevoelige gronden. In het voorjaar van 2013 is er lokaal forse droogteschade opgetreden, waardoor gewassen zoals bieten moesten worden overgezaaid (schade van ca. € 300,- per hectare). Om te bepalen of granulaat de stuifgevoeligheid kan verminderen is een gericht onderzoek nodig.
- Verbetering van het bodemleven. Organische verbindingen in de bodem vormen een

voedingsbron voor het bodemleven. Makkelijk afbreekbare verbindingen zorgen voor een sterke opleving van de activiteit van het bodemleven, moeilijk afbreekbare verbindingen dragen bij aan het humusgehalte. Welke bijdrage granulaat kan leveren aan bodemleven is niet bekend. Wel is van alginaat bekend dat het een stimulerende werking kan hebben op de groei van vegetatie.

- Als meststof. Naast een hoog gehalte organische stof (ca. 80%), bevat het granulaat significante hoeveelheden aan nutriënten (stikstof en fosfaat). Jaarlijks mag in Nederland worden bemest op basis van vastgestelde gebruiksnormen. Om de positie van granulaat te bepalen is naast de concentratie N en P informatie nodig over de:
 - vorm waarin de nutriënten voorkomen;
 - beschikbaarheid van de nutriënten voor het gewas;
 - snelheid waarmee de nutriënten vrijkomen.

Op basis van deze punten wordt de bemestende waarde vastgesteld.

De waarde van granulaat wordt bepaald door de bijdrage aan de vier genoemde toepassingsmogelijkheden. Vigerende wet- en regelgeving bepaald of het granulaat überhaupt kan worden afgezet.

SAMENSTELLING

Het marktonderzoek heeft zich voornamelijk toegespitst op onderzoek naar de samenstelling van het granulaat, de mate waarin wordt voldaan aan wet- en regelgeving en wensen van marktpartijen.

Zware metalen

Wat betreft de wet- en regelgeving dient voor afzet in Nederland te worden voldaan aan de Meststoffenwet. Omdat de Nereda[®] korrel een afvalstoffenstatus heeft mag het volgens deze wet niet worden toegepast als meststof of bodemverbeteraar, tenzij het daartoe is aangewezen door de minister. Aangewezen stoffen staan vermeld op bijlage Aa van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet. De grenswaarden voor zware metalen verschillen per EU-lidstaat. In tabel 4.1 zijn de grenswaarden voor koper (Cu) en zink (Zn) vanuit de EU, Frankrijk en Nederland gepresenteerd. De gestelde grenswaarden in Nederland zijn strikter dan de EU-richtlijn en normen in veel andere EU lidstaten.

TABEL 4.1

GRENSWAARDEN VOOR KOPER EN ZINK

Stof	Grenswaarde (mg/kg ds) ⁷		
	EU (richtlijn 86/278)	Frankrijk (verordening 08/01/98)	Nederland (Meststoffenwet)
Koper (Cu)	1000 - 1750	1000	75
Zink (Zn)	2500 - 4000	3000	300

In tabel 4.2 zijn de meetresultaten opgenomen van de granulaatmonsters van de RWZI's Epe, Garmerwolde en Utrecht. Hieruit blijkt dat de concentraties koper en zink ruim boven de norm liggen van de Nederlandse Meststoffenwet. Voor de overige geanalyseerde zware metalen wordt wel aan de norm voldaan (niet gepresenteerd). Dit betekent dat directe afzet van granulaat afkomstig van deze drie RWZI's binnen Nederland heel lastig zal worden. Dit komt mede doordat geen methode beschikbaar is om de concentratie koper en zink op een economisch aantrekkelijke wijze te verlagen.

⁷ Bron grenswaarden EU en Frankrijk: Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (2009). Kontextuelle gegebenheiten und gesetzlicher rahmen für die verwertung von klärschlamm aus der abwasserbehandlung in Frankreich (2009). Direction de l'Eau et de la Biodiversité, rapportage d.d. 5 mei 2009.

Dit marktonderzoek is uitgevoerd in samenwerking met partijen die zich vooral richten op de Nederland land- en tuinbouwsector. Zij beschouwen de concentratie zink en koper vooralsnog als 'no go'.

TABEL 4.2

RESULTAAT ANALYSE KOPER EN ZINK IN NEREDA® GRANULAAT

Monsterlocatie	Zn	Cu		Zn	Cu
	mg/kg product	mg/kg product	% DS	mg/kg ds	mg/kg ds
Garmerwolde 1	55	21	6,2	887	339
Garmerwolde 2	50	19	6,3	794	302
Epe	11	-	1,2	917	-
Utrecht	21	11	1,9	1105	579

Aan de normen van veel andere Europese lidstaten (o.a. Duitsland en Frankrijk) wordt wel (ruimschoots) voldaan. In de STOWA rapportage 'Perspectieven en knelpunten van zuiveringsslib voor bodemkundig gebruik' (STOWA 2014-35) wordt de internationale afzet nader beschouwd. Vooral de afzet richting Duitsland wordt in deze rapportage kansrijk genoemd. Duitsland is een bestaande markt voor toepassing van communaal slib. Ook de afzet naar andere – minder nabijgelegen – landen zal mogelijk zijn. Aandachtspunt is wel de opkomende discussie omtrent de aanwezigheid van hormonale stoffen en medicijnresten in het product. Onderzoek hiernaar is gewenst.

Door Waterschap Rijn en IJssel wordt momenteel de realisatie van een Nereda® installatie voorbereid voor de behandeling van een gescheiden afvalwaterstroom vanuit de voedingsmiddelenindustrie. Dit afvalwater bevat naar verwachting veel lagere gehalten aan zware metalen, waarmee het aannemelijk is dat op dit punt wel aan de Meststoffenwet zal worden voldaan.

PESTICIDEN

Naast de aanwezigheid van zware metalen is onderzocht welke pesticiden aanwezig zijn in de Nereda® korrel, volgens het GC-MSMS pakket. Dit pakket bestaat uit een analyse naar de aanwezigheid van ruim 300 pesticiden. Het resultaat van deze analyse is weergegeven in tabel 4.3. Tijdens deze analyse is eenmaal climbazol (0,014 mg/kg) gedetecteerd en eenmaal imazalil (0,035 mg/kg). De concentratie van alle overige pesticiden lag onder de in rapportagegrens.

Imazalil wordt vooral toegepast als antischimmel middel, onder meer voor de behandeling:

- van zaai- en pootgoed;
- van geoogste aardappels en vruchten;
- huidschimmels bij honden, runderen en paarden.

Voor imazalil is een MTR norm vastgesteld van 0,87 µg/l voor de concentratie in oppervlaktewater (Bron: RIVM). Ook climbazol is een antischimmel middel. Dit wordt veelal toegepast voor de behandeling van humane schimmelinfecties en als antischimmel middel in shampoo's en conditioners.

Over de ecologische effecten van climbazol is nog weinig bekend. Richter et al (2013)⁸ hebben onderzoek uitgevoerd naar de laagste effectieve-concentratiediaan (EC_{50}) voor *Lemna minor* (eendenkroos) en *Avena sativa* (haver). De EC_{50} werd tijdens dit onderzoek vastgesteld op respectievelijk 0,013 mg/l voor *Lemna minor* (lagere biomassa opbrengst) en 18,5 mg/kg ds voor *Avena sativa* (lagere wortel biomassa).

In hoeverre de in tabel 4.3 gepresenteerde meetwaarden representatief zijn, in de tijd en voor andere locaties, is onbekend.

TABEL 4.3

RESULTAAT ANALYSE PESTICIDEN

Monsterlocatie	Pesticiden
Garmerwolde 1	Onder detectiewaarde (317 stuks)
Garmerwolde 2	Onder detectiewaarde (317 stuks)
Garmerwolde 3	Climbazol 0.014 mg/kg, overige pesticiden (316 stuks) onder detectiewaarde
Epe	Imazalil 0.035 mg/kg, overige pesticiden (316 stuks) onder detectiewaarde
Utrecht	Onder detectiewaarde (317 stuks)

NUTRIËNTEN

Het laatste onderdeel dat verkennend is onderzocht betreft het aandeel nutriënten. Het aandeel stikstof (N), fosfaat (P) en kalium (K) per monster is gepresenteerd in tabel 4.4. Voor afzet van granulaat in Nederland is een langzame N en P afgifte aantrekkelijk. In dit geval kan namelijk meer granulaat (dus meer organische stof) worden verwerkt in de bodem. Voor toepassing in de Nederlandse landbouw dient de werkingscoëfficiënt van N tenminste 40% te bedragen. Dit betreft de werkzame hoeveelheid N die in het eerste jaar na toediening beschikbaar komt. Met een incubatietest van ca. drie maanden kan de werkingscoëfficiënt worden bepaald. Dit onderzoek is nog niet uitgevoerd.

TABEL 4.4

AANDEEL NUTRIËNTEN IN MONSTERS NEREDA® GRANULAAT

Monsterlocatie	N-P-K (w/w % d.s.)
Garmerwolde 1	7,5 - 6,1 - 0,7
Garmerwolde 2	7,0 - 5,1 - 0,5
Garmerwolde 3	7,0 - 5,4 - 0,5
Epe	8,7 - 6,4 - 1,2
Utrecht	7,5 - 4,3 - 0,7

POTENTIE TOEPASSING NEREDA® GRANULAAT IN DE LANDBOUW

Voor granulaat afkomstig van bestaande communale zuiveringen lijkt afzet in de internationale sector mogelijk. In de rapportage 'perspectieven en knelpunten van zuiveringsslib als meststof' wordt benoemd dat gemiddeld enkele tientjes tot ca. € 60,- per ton DS moet worden bijgelegd voor slibafzet in Duitsland.

Bij een hoge vraag kan zuiveringsslib soms om niet worden afgezet. De werkelijke waarde van het granulaat zal mede afhangen van de bijdrage aan de vier genoemde toepassingsmogelijkheden.

8 Richter, E., Wick, A., Ternes, T.A., Coors, A. (2013). Ecotoxicity of climbazole, a fungicide contained in antidandruff shampoo. Environmental toxicology and chemistry 2013:

Binnenlandse afzet van Nereda® granulaat vanuit de bestaande zuiveringen wordt onhaalbaar geacht, vanwege de gehalten aan de zware metalen koper en zink. Er wordt niet aan de nationale wet- en regelgeving voldaan.

De komst van Nereda® installaties op afvalwaterstromen met lagere gehalten zware metalen (o.a. voedingsmiddelenindustrie), kan de binnenlandse afzet van granulaat in de land- en tuinbouw mogelijk maken.

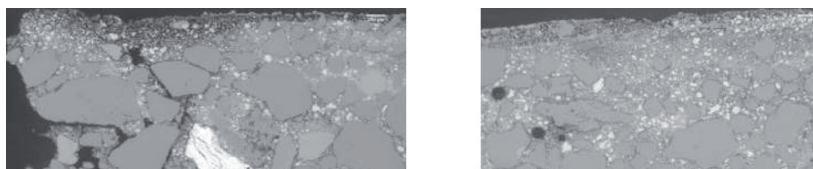
4.6 OVERIG

Vanuit de TU Delft zijn enkele toepassingen in ontwikkeling op basis van nanocomposieten die gemaakt kunnen worden van alginaat of ALE. Eén toepassing richt zich op het uitharden van beton. Gelet op de potentiële marktgrootte hiervan is besloten de ALE in dit onderzoek mee te nemen.

In deze toepassing wordt voor het uitharden van beton een nanocomposiet coating aangebracht, bestaande uit een mengsel van klei en alginaat. Hierdoor verloopt het uitharden van het beton beter (zie figuur 4.4.) wat leidt tot beton van hogere kwaliteit en met een langere levensduur.

FIGUUR 4.4

ALGINAAT VERBETERT HET UITHARDINGSPROCES VAN BETON EN DAARMEE DE KWALITEIT⁹



In samenwerking met een bouwonderneming is verder onderzoek uitgevoerd en onder andere het nanocomposiet vergeleken met andere producten. Het onderzoek toont aan dat de alginaatcoating beter werkt dan andere producten en commercieel zeer interessant is. De relatief hoge kostprijs van het alginaat lijkt hierbij geen probleem te vormen.

In aanvulling op het onderzoek met alginaat is nu begonnen met het testen van de ALE voor deze beton toepassing. Het onderzoek heeft wel enige doorlooptijd. Dit vanwege het uitharden zelf, maar ook vanwege de levensduurtesten en metingen van andere eigenschappen. Het eerste resultaat van de analyse van ALE voor deze toepassing is dat de ALE-laag over dezelfde eigenschappen lijkt te beschikken als de alginaat-laag. Er bestaat weinig twijfel over dat de ALE voor deze toepassing net zo goed kan werken als alginaat, misschien zelfs beter vanwege de hydrofobe eigenschappen van ALE. Aandachtspunt is dat de ALE coating leidde tot een brosser eindproduct in vergelijking tot de coating met alginaat. Dit heeft mogelijk met de zuiverheid van de toegepaste ALE te maken. Het kan in elk geval verbeterd worden door toevoegen van extra klei of glycerol.

Het uiteindelijke ALE product dient verder te worden opgewerkt dan het huidige samplemateriaal en te resulteren in een reukloos product. Ontkleuring van de ALE lijkt niet nodig.

⁹ Zlopasa, J., Koenders, E.A.B., Picken, S.J. (2014). Using bio-based polymers for curing cement-based materials. Proceedings of the international conference on ageing of materials & structures Delft 26 – 28 May 2014, The Netherlands: 220 – 226.

5

UITWERKING

ALGINAATEXTRACTIEINSTALLATIE

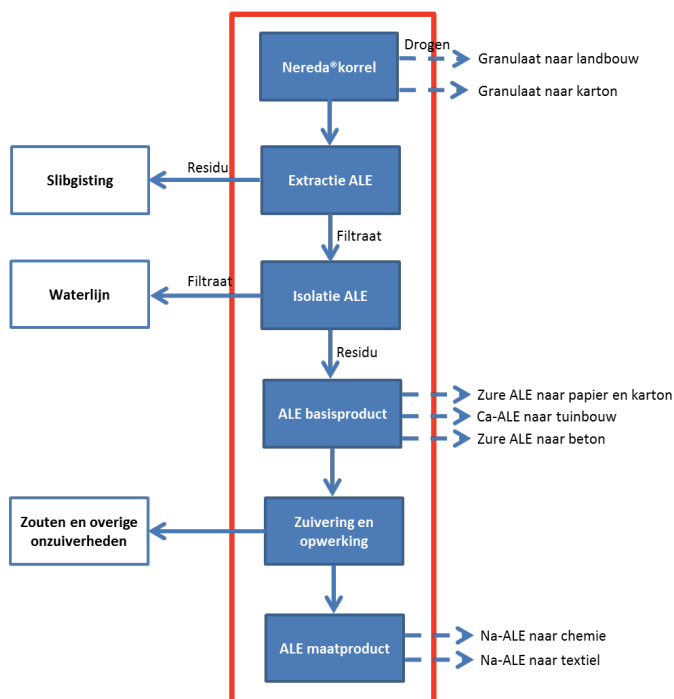
Dit hoofdstuk beschrijft per processtap de kenmerken van de installatie voor de productie van ALE. De focus ligt hierbij op de productie van een ALE basisproduct, omdat:

- Dit project het doel heeft te onderzoeken in hoeverre het basis ALE product voldoet aan de wensen en eisen van marktpartijen.
- De verdere zuivering en opwerking afhankelijk zal zijn van de markttoepassing. Het is aannemelijk dat in de praktijk verschillende opwerkingsroutes zullen ontstaan.

Door de kostprijs van het ALE basisproduct te bepalen ontstaat inzicht in de financiële ruimte die aanwezig is, om het product waar nodig verder op te werken. De kostprijs wordt in hoofdstuk 6 beschouwd, op basis van de in dit hoofdstuk uitgewerkte processtappen. De scope van dit hoofdstuk is rood omlijnd in figuur 5.1.

FIGUUR 5.1

PROJECTSCOPE MET ROOD OMLIJND DE SCOPE VAN DIT HOOFDSTUK



ALGEMENE UITGANGSPUNTEN

In dit hoofdstuk is de AEI uitgewerkt voor de productie van ALE uit het korrelslib van een installatie van 200.000 i.e. (groene weide situatie). De algemene uitgangspunten zijn opgenomen in tabel 5.1.

Op basis van deze algemene uitgangspunten bedraagt de maximale ALE productie 584 ton ODS ALE per jaar (bij een zuiverheid van 100%). In deze maximale productie zit impliciet een belangrijke aanname, namelijk dat het aandeel te extraheren ALE 25% bedraagt van het aandeel organische droge stof (ODS). In de praktijk variëren zowel het ODS percentage als het aandeel ALE tussen verschillende installaties. In hoofdstuk 3 is aangetoond dat het te extraheren aandeel ALE 15% tot 25% van het totale DS gewicht bedraagt. Het percentage ODS ligt tussen 75% en 82%.

Dit betekent dat het te extraheren aandeel ALE in de praktijk ca. 19% en 33% bedraagt van het aandeel organische droge stof (ODS), dit komt overeen met een ALE productiecapaciteit van 440 ton tot 780 ton per jaar, exclusief aanwezige zouten.

TABEL 5.1

ALGEMENE UITGANGSPUNTEN ALGINAAT-EXTRACTIE-INSTALLATIE (AEI)

Omschrijving	Eenheid	Waarde
Slibproductie (surplus slib)*	ton DS/jaar	2.920
	g DS/i.e./d	40
ODS concentratie	% van DS	80
ODS productie	ton ODS/jaar	2.336
Geschat aandeel ALE in slib	% van ODS	25
Maximale ALE productie	ton ALE/jaar	584

* De installaties in Utrecht en Vroomshoop bevatten korrelslib met 70-80% korrels en het spuislib bevat circa 30% korrels. De huidige business case is gebaseerd op uit de reactor onttrokken korrelslib. Het aandeel ALE in spuislib heeft nader onderzoek, teneinde de business case aan te scherpen.

STAP 1. INZAMELING NEREDA® KORREL

Doel van deze eerste stap is de Nereda® korrels in te zamelen, in te dikken en op te slaan in een buffertank. Er wordt gebruik gemaakt van buffertanks om het effect van eventuele storingen te beperken.

De kenmerken van deze eerste processtap zijn opgenomen in tabel 5.2. In het ontwerp is rekening gehouden met een bandindikker. Dit is een bewezen en efficiënte methode om het korrelslib in te dikken tot het benodigde DS gehalte van ca. 4%.

TABEL 5.2

KENMERKEN STAP 1: INZAMELING EN OPSLAG NEREDA® KORRELS

Omschrijving	Eenheid	Waarde	Onderdelen
Inzameling Nereda® korrels			
concentratie slib in Nereda®	kg/m ³	8	• 2 pompen
aanvoer slib	m ³ /h	42	• Leidingwerk
belasting bandindikker	m ³ /m/h	35	• Bandindikker
minimaal effectieve bandbreedte	m	1,2	
breedte bandindikker	m	1,7	
aantal bandindikers	-	1	
ingedikt slibconcentratie	%	4	
ingedikt slib hoeveelheid	m ³ /h	8,3	
Opslagbuffer Nereda® korrels			
minimale opslagtijd	d	1,0	• Buffertank
Buffertank met menger(s)	m ³	200	• Pomp
extra pomp capaciteit i.v.m. extra verwerking	%	30	• Leidingwerk
totale pompcapaciteit	m ³ /h	10,8	
aantal pompen	-	1	
pompcapaciteit per pomp	m ³ /h	10,8	

STAP 2. EXTRACTIE VAN ALE

De tweede stap bestaat uit twee processtappen, namelijk:

2a: De extractiestap van ALE uit korrelslib

2b: De afscheiding van de resterende slibstroom

Voor de uitvoering van de eerste extractiestap is een aanzienlijke hoeveelheid warmte nodig. Om het gasverbruik te beperken is in het ontwerp rekening gehouden met vergaande terugwinning van warmte door de installatie van warmtewisselaars. Zonder terugwinning van warmte ligt de kostprijs voor ALE productie namelijk aanzienlijk hoger. Deze extractiestap wordt uitgevoerd in een mengtank, waarin het slib wordt opgewarmd tot 80°C en chemicaliën worden toegevoegd vanuit een voorraadvat. De kenmerken van stap 2a zijn opgenomen in tabel 5.3.

TABEL 5.3 KENMERKEN STAP 2A: EXTRACTIE VAN ALE UIT KORRELSLIB

Omschrijving	Eenheid	Waarde	Onderdelen
Chemicaliëndosering			
opslagperiode chemicaliën	d	14	Vorraadvat
dosering Na_2CO_3	g/kg ds	250	Leidingwerk
	kg/m ³	10	
hoeveelheid per dag	kg/d	2000	
inhoud voorraad vat	m ³	28,0	
doseerschroefcapaciteit	kg/h	83,3	
Verwarming slib			
verwarming van 15°C tot 80°C	MJ/h	2275	Warmtewisselaars
rendement warmte overdracht	%	85	CV-ketel
warmtewisselaarcapaciteit	MJ/h	2676	Leidingwerk
	kW	743	
terugwinning warmte met 2 WW	kW	537	
restant te leveren warmte	kW	206	
CV/Boiler (rendement 90%)			
E-inhoud aardgas	MJ/m ³	32	
Gasverbruik	m ³ /h	7	
Mengtank Na_2CO_3 doorstroomunit			
HVT	h	2,0	Mengtank, met stromingsschoten
inhoud	m ³	16,7	Mengers
aantal mengers	-	4	Pomp
opmeng/versnijderpomp		1	

Nadat de ALE is geëxtraheerd uit de korrel, dient de waterfractie met de ALE te worden gescheiden van de resterende slibfractie. Dit proces kan worden uitgevoerd met een centrifuge. De kenmerken van deze processtap zijn opgenomen in tabel 5.4.

TABEL 5.4 KENMERKEN STAP 2B: SCHEIDING ALE VAN DE RESTERENDE SLIBSTROOM

Omschrijving	Eenheid	Waarde	Onderdelen
Scheidingsstap			
slibflow	m ³ /h	8,3	• 2 pompen • Leidingwerk • Centrifuge
	kg DS/h	333	
ODS vracht	kg ODS/h	267	
aantal centrifuges		1	
rest DS	kg DS/h	168,0	
rest DS als % van aanvoer	%	50,4	
ontwaterd slib concentratie	%	18,0 ¹⁰	
uitgaande slibflow uit (bij 8.000 draaiuur/j)	m ³ /h	1,0	
centraatflow	m ³ /h	7,3	
concentratie alginaat (centraat)	kg/m ³	23	
Buffer-mengtank centraat			
HVT in opslagtank	d	0,25	• Tank
volume BM tank	m ³	44	• Menger
aantal mengers	-	1	

STAP 3. ISOLATIE VAN ALE & STAP 4. AFSCHIEDEN ALE BASISPRODUCT

De derde stap betreft de isolatie van ALE, zodat de ALE kan worden afgescheiden van de waterfractie. In deze waterfractie zit het grootste deel van de overige zouten en andere onzuiverheden.

Op hoofdlijnen zijn twee routes te onderscheiden voor de isolatie van ALE, namelijk de calciumroute of zure ALE route (zie figuur 2.5 op pagina 8).

In het ontwerp is voorlopig gekozen voor de route via zure ALE, omdat het zure ALE product makkelijker op te werken is. Voor de toepassing van een centrifuge speelt de lage pH in combinatie met het beperkte verschil in dichtheid tussen de gel en de waterfractie een belangrijke rol. Ook lijkt op voorhand de toepassing van andere filtratietechnieken lastig. Onder druk kan een gel door een filter heen worden geperst en bij membraanfiltratietechnieken wordt niet alleen de zure ALE afgescheiden, maar mogelijk ook andere grotere moleculen. Dit onderwerp vraagt nader onderzoek voor een verdere optimalisatie. In voorliggend ontwerp is vooralsnog gekozen voor de toepassing van een centrifuge.

Hoewel de opwerking van de ALE lastiger verloopt bij de calciumroute én vraagt om een extra processtap, kan dit desondanks een aantrekkelijke route zijn. Doordat het calcium een sterke binding met ALE aangaat, ontstaat een neerslagreactie. Het neergeslagen Ca-ALE kan relatief gemakkelijk worden afgescheiden en verder ontwaterd.

De kenmerken van stap 3 en stap 4 – gebaseerd op de zure ALE route – zijn weergegeven in respectievelijk tabel 5.5 en 5.6.

10 Zlopasa, J., Koenders, E.A.B., Picken, S.J. (2014). Using bio-based polymers for curing cement-based materials. Proceedings of the international conference on ageing of materials & structures Delft 26 – 28 May 2014, The Netherlands: 220 – 226.

TABEL 5.5 KENMERKEN STAP 3: ISOLATIE VAN ALE

Omschrijving	Eenheid	Waarde	Onderdelen
mengvat HCL - centraat			• Tank
centraat pomp naar HCL mengvat	m ³ /h	7,3	• Leidingwerk
HVT	h	2,00	• Menger
inhoud	m ³	14,6	• Pomp
menger		1	
doseerpomp naar centrifuge	m ³ /h	7,5	
Opslag en doseerinstallatie HCL			
dosering oplossing	l/h	73,1	• Pomp
voorraad HCL-opl.	d	14	• Voorraadtank
volume HCL voorraad	m ³	24,6	• Leidingwerk
waterdosering	l/h	146	

TABEL 5.6 AFSCHIEDING ALE BASISPRODUCT

Omschrijving	Eenheid	Waarde	Onderdelen
Afscheiding zure ALE met schotelcentrifuges			• 3 centrifuges
te ontwateren zure stroom	m ³ /h	7,5	• Opslagtank
aantal units		3	• Leidingwerk
DS concentratie zure ALE (gel) incl. zout	%	6	
hoeveelheid Acid ALE	m ³ /h	1,93	

STAP 5 EN 6. OPWERKING EN ZUIVERING & PRODUCEREN ALE MAATPRODUCT

Om eerder aangegeven redenen zijn de stappen 5 en 6 niet meegenomen in het huidige ontwerp. De stappen 5 en 6 kunnen bijvoorbeeld bestaan uit (een combinatie van) de volgende procesonderdelen:

- Opslagtank en doseerunit voor ethanol en natronloog (verdere zuivering van ALE).
- Opslagtank en doseerunit voor waterstofperoxide (bleken van de ALE).
- Opslagtank en doseerunit voor zouten om ALE neer te slaan.
- Scheidingsstap (centrifuge of filtratie) voor afscheiding van gezuiverde zure ALE of een neergeslagen vorm van ALE (zoals Ca-ALE).
- Sproeidroger voor het drogen van Na-ALE.

6

KOSTPRIJSANALYSE ALE-PRODUCTIE

6.1 INTRODUCTIE

Dit hoofdstuk beschrijft het resultaat van de kostprijsanalyse voor productie van een basis-kwaliteit ALE, gebaseerd op het proces zoals beschreven in het voorgaande hoofdstuk. De scope van dit hoofdstuk is weergegeven in figuur 6.1.

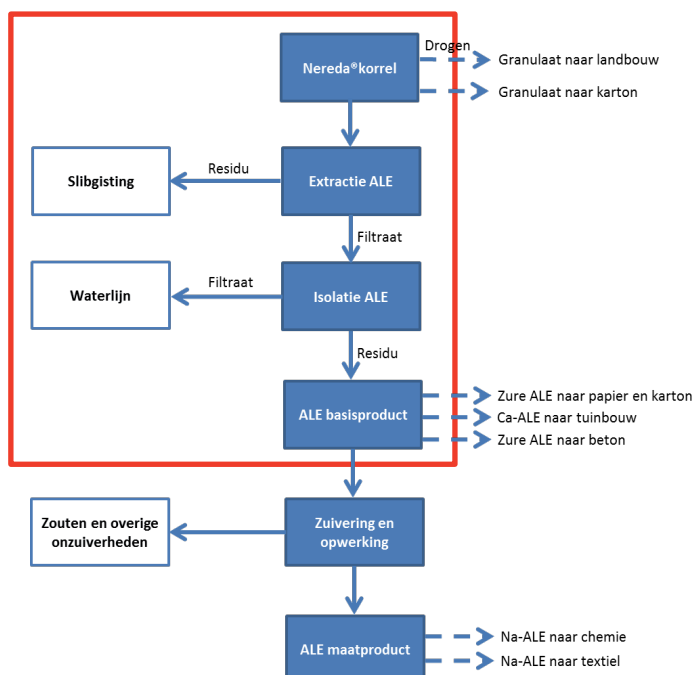
In de kostprijs zijn de volgende aspecten inbegrepen:

- de kapitaallasten van de te realiseren AEI;
- de productiekosten voor ALE via de AEI;
- de impact van de ALE extractie op de RWZI.

De kostprijsanalyse is uitgevoerd door enerzijds onderzoek te doen naar het effect van schaal-grootte en anderzijds een gevoeligheidsanalyse uit te voeren naar kostenbepalende parameters.

FIGUUR 6.1

PROJECTSCOPE MET ROOD OMLIJND DE SCOPE VAN DE KOSTPRIJSANALYSE VOOR NEREDA® ALE



De kosten zijn bepaald op basis van:

- het in hoofdstuk 5 gepresenteerde extractieproces;
- resultaten behaald bij de proefproductie (zonder potentiële optimalisaties, deze worden beschouwd in de kostprijsanalyse);
- kostenindicaties afgegeven door leveranciers.

Bij alle in dit hoofdstuk gepresenteerde berekeningen is uitgegaan van een groene weide situatie (tenzij anders vermeld), met 100% inkoop van alle benodigde energie (warmte en elektriciteit).

6.2 INVESTERINGSKOSTEN

De investeringskosten voor de AEI zijn geraamd voor vier verschillende schaalgroottes (een RWZI van 50.000 i.e., 200.000 i.e., 500.000 i.e. en 1.000.000 i.e.). In tabel 6.1 is een overzicht opgenomen van de investeringskosten per installatie. Hieruit blijkt dat het verschil in de investeringskosten per ton ALE aan productiecapaciteit groot is tussen de scenario's 50.000 i.e. en 200.000 i.e., namelijk een factor 2,4. Bij installaties groter dan 200.000 i.e. neemt het schaaffect sterk af.

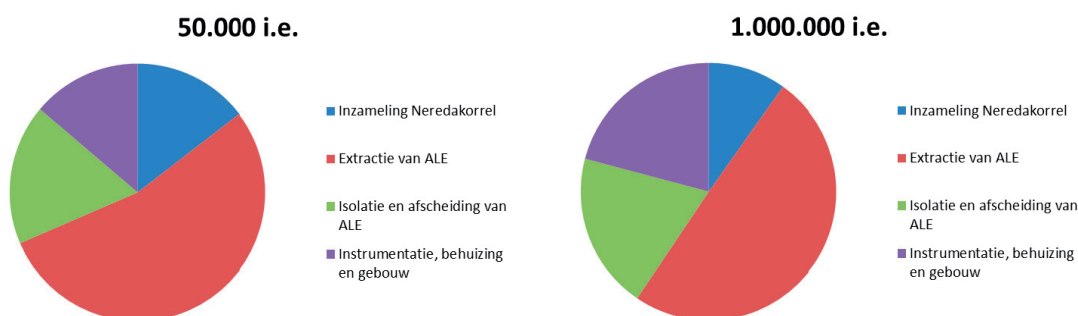
TABEL 6.1 OVERZICHT VAN DE INVESTERINGSKOSTEN VOOR VERSCHILLENDE SCHAALGROOTTES.¹¹

Aspect	Eenheid	Scenario				
Schaalgrootte	i.e.	50.000	200.000	500.000	1.000.000	
Slibproductie	ton DS/jr.	730	2.920	7.300	14.600	
Maximale ALE-productie*	ton ALE/jr.	146	584	1.460	2.920	
Investeringskosten incl. staartkosten (afgerond op 50k€)	€ ex. BTW	2.550.000,--	4.300.000,--	8.700.000,--	15.550.000,--	
Investeringskosten per ton ALE productiecapaciteit (afgerond op honderdtallen)	€ ex. BTW	17.400,--	7.300,--	6.000,--	5.300,--	

* Exclusief eventuele aanwezige zouten.

De investeringskosten worden in hoge mate bepaald door de mechanische investering in warmtewisselaars en centrifuges. In figuur 6.2 is de verhouding gepresenteerd tussen de totale kosten voor de inzameling van de Nereda[®] korrels, de extractie van ALE, alsmede de isolatie en afscheiding van ALE. Tevens is een post opgenomen voor de overige kosten. Vooral de totale kosten voor de extractie van ALE hebben een hoog aandeel in de totale kosten, namelijk ca. 50%.

FIGUUR 6.2 KOSTENOPBOUW VAN DE AEI BIJ 50.000 I.E. EN 1.000.000 I.E



11 Alle in deze rapportage gepresenteerde kosten hebben een onnauwkeurigheid van 30%.

6.3 OPERATIONELE KOSTEN EN BATEN

De kostprijs voor ALE wordt bepaald door enerzijds de kapitaallasten en anderzijds de operationele kosten en baten. Directe operationele kosten voor ALE productie bestaan uit de kosten voor:

- elektriciteit;
- gas;
- chemicaliën;
- personeelskosten;
- onderhoud.

De indirecte kosten en baten bestaan uit:

- de lagere biogasproductie als gevolg van de lagere hoeveelheid te vergisten slib (kosten);
- vermeden inkoop van PE voor de indikking van slib (baten);
- lagere kosten voor de slibeindverwerking, door de ALE extractie en verbeterde vergistbaarheid (baten).

Tabel 6.2 bevat een overzicht van de operationele kosten en baten van de AEI. Uit deze tabel kan worden afgeleid dat de operationele kosten voor de productie van een kilogram ALE variëren van ca. € 0,17 bij 1.000.000 i.e. tot € 0,78 bij 50.000 i.e.

TABEL 6.2 OPERATIONELE KOSTEN EN BATEN VOOR DE AEI (AFGEROND OP DUIZENDTALLEN)

Aspect	Eenheid	Scenario (i.e.)			
		50.000	200.000	500.000	1.000.000
Directe kosten					
Elektriciteit	€/jaar	-56.000	-116.000	-262.000	-453.000
Gas	€/jaar	-6.000	-25.000	-63.000	-126.000
Chemicaliënkosten					
Na ₂ CO ₃	€/jaar	-40.000	-161.000	-402.000	-803.000
HCl	€/jaar	-13.000	-51.000	-128.000	-256.000
Personeelskosten	€/jaar	-30.000	-45.000	-60.000	-60.000
Onderhoud	€/jaar	-40.000	-60.000	-118.000	-202.000
Indirecte kosten					
Minder opbrengsten biogas als groen gas	€/jaar	-8.000	-33.000	-82.000	-163.000
Indirecte baten					
Vermeden PE kosten	€/jaar	9.000	36.000	90.000	180.000
minder kosten door minder slib	€/jaar	69.000	275.000	687.000	1.373.000
Totale operationele kosten	€/jaar	-115.000	-180.000	-338.000	-510.000
Operationele kosten per kg geproduceerd ALE*	€/kg	-0,78	-0,31	-0,23	-0,17

* Per kilogram ALE, op basis van de theoretische productie zoals gepresenteerd in tabel 6.1.

6.4 KOSTPRIJSANALYSE¹²

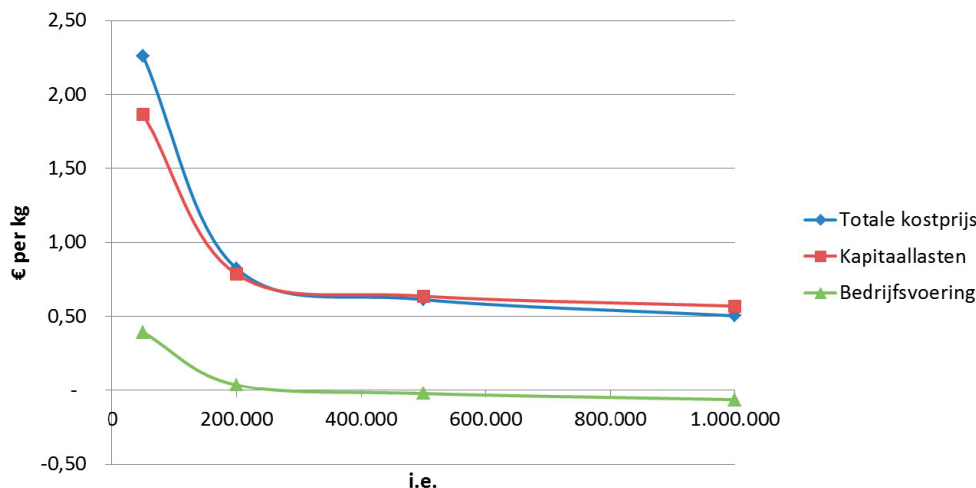
KOSTPRIJS ALE

De kostprijs voor zure ALE productie is opgebouwd uit kapitaallasten en operationele kosten (de kosten voor bedrijfsvoering). De kapitaallasten zijn afgeleid op basis van de investeringskosten, standaard afschrijvingstermijnen en rente. In figuur 6.3 is de kostprijs voor de

12 In de kostprijsanalyse zijn de inkomsten voor verkoop van ALE niet inbegrepen. Ook de kosten voor opwerking van het ruwe product zijn niet inbegrepen.

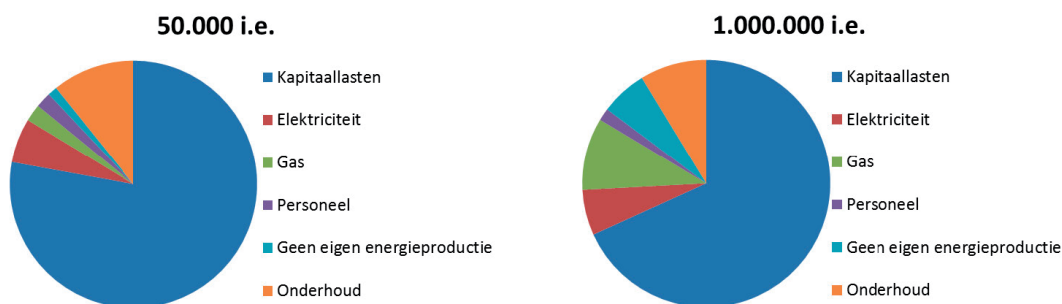
productie van een kilogram zure ALE (gecorrigeerd voor in het eindproduct aanwezige zouten) volgens het standaardproces uitgezet tegen de schaalgrootte van de RWZI. Uit deze figuur valt op te maken dat het schaafeffect relatief groot is tot een capaciteit van ca. 200.000 i.e. en daarna duidelijk afneemt.

FIGUUR 6.3 KOSTPRIJS ALE PRODUCTIE OP BASIS VAN PROEFPRODUCTIE



Het grootste deel van de kostprijs wordt bepaald door de kapitaallasten (zie figuur 6.3 en 6.4). Naarmate de schaal van de installatie toeneemt, neemt de relatieve omvang van de kapitaallasten af en met name de impact van de chemicaliënkosten toe, zie figuur 6.4. Dit komt doordat in de dosering van chemicaliën geen schaalvoordeel kan worden behaald, terwijl dat voor de meeste overige kostenposten wel het geval is.

FIGUUR 6.4 VERHOUDING KOSTENASPECTEN ALE PRODUCTIE. LINKS: KOSTENOPBOUW ALE PRODUCTIE BIJ 50.000 I.E.; RECHTS: KOSTENOPBOUW ALE PRODUCTIE BIJ 1.000.000 I.E



GEVOELIGHEIDSANALYSE

Voor de bepaling van de kostprijs is een kostprijsmodel uitgewerkt. Aan veel gehanteerde uitgangspunten is een range gekoppeld die in zekere mate kan worden beïnvloed.

De gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd door de beïnvloedbare parameters te variëren en het effect op de kostprijs en overall business case te evalueren. Beïnvloedbare parameters zijn bijvoorbeeld:

- De dosering van Na_2CO_3 . Tijdens de proefproductie is een dosering gebruikt van 250 gram Na_2CO_3 per kg ds. Op labschaal is gevarieerd met de dosering waaruit is gebleken dat de extractie ook bij lagere doseringen goed verloopt.

- De inkoopprijs van chemicaliën. In de raming is gerekend met de inkoopprijs van chemicaliën voor kleinverbruik. Een kostenbesparing kan worden behaald door schaalvergroting, gezamenlijk inkopen en mogelijk ook door restchemicaliën in te kopen. Zo zijn restpartijen natronloog in de markt beschikbaar die mogelijk toegepast kunnen worden in het extractieproces.
- Benutten van lokale omstandigheden. In de gepresenteerde kostprijs wordt 100% van de benodigde energie ingekocht (warmte en elektriciteit). Op grotere RWZI's is veelal een gistinginstallatie met WKK aanwezig. Deze energie kan worden gebruikt voor het extractieproces.
- De warmtebehoefte van het extractieproces te verminderen. Op labschaal is onderzoek gedaan naar het effect van de temperatuur en doorlooptijd op de ALE opbrengst. Hieruit blijkt dat het proces ook bij lagere temperaturen succesvol verloopt, maar dat dan een langere reactietijd benodigd is. Dit betekent dat het proces een groter volume nodig heeft om dezelfde hoeveelheid ALE te produceren.
- De verkoopprijs van de ALE. De potentiële verkoopprijs van ALE is afhankelijk van diverse factoren (zie hoofdstuk 4 en 8). Deze factoren kunnen worden beïnvloed door andere chemicaliën en/of scheidingstechnieken toe te passen en anderzijds het basisproduct verder op te werken. Bij een verkoopprijs van € 1,- per kg ruw ALE product wordt (volgens het standaardproces zonder optimalisaties) een positieve business case behaald vanaf circa 200.000 i.e.

Ter illustratie is in figuur 6.5 de kostprijs voor zure ALE productie gepresenteerd, waarbij de volgende uitgangspunten zijn gewijzigd:

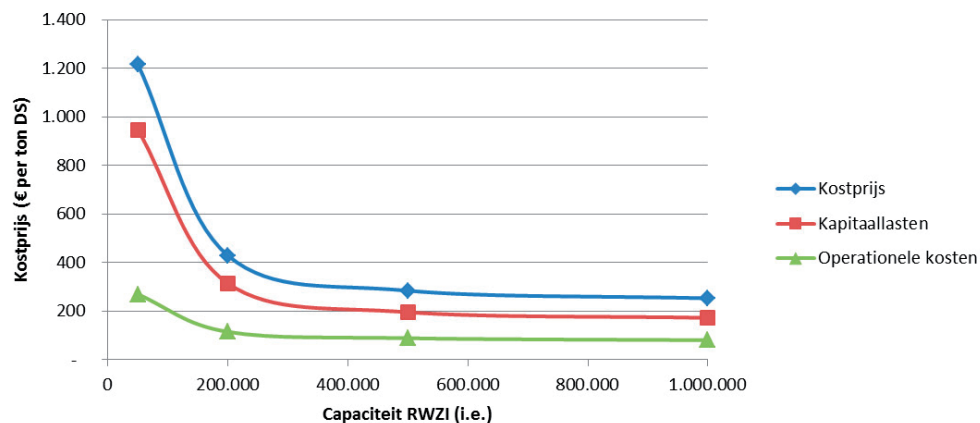
- Er wordt gebruik gemaakt van eigen elektriciteit (kosten á € 0,06 per kWh).
- De dosering van Na_2CO_3 wordt verlaagd.
- Na_2CO_3 wordt ingekocht voor € 150,- per ton (in plaats van € 220,-). Bij gebruik van restchemicaliën lijkt een aanzienlijke verdere kostenreductie mogelijk.
- HCl wordt ingekocht voor € 60,- per m^3 (in plaats van € 80,-).

In dit scenario bedraagt de kostprijs bij 50.000 i.e. € 2,26 per kg, terwijl de kostprijs bij 1.000.000 i.e. € 0,51 bedraagt. Voor een significante verlaging van de kostprijs is een reductie van de kapitaallasten noodzakelijk. Dit kan worden bereikt door:

- De warmtevraag te verminderen.
- Een concept te ontwikkelen met andere (goedkopere) scheidingstechnieken.

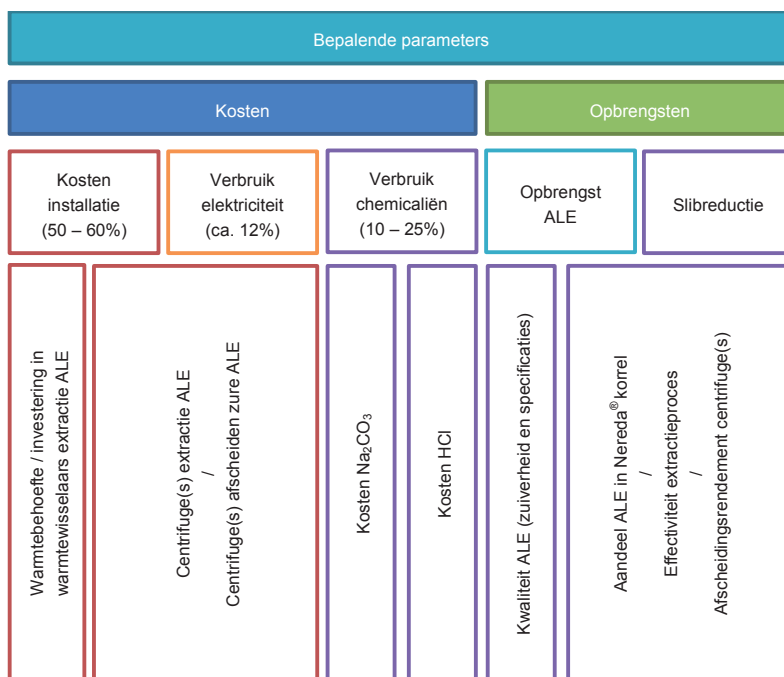
Uit figuur 6.5 blijkt ook dat – na optimalisaties – het in potentie mogelijk is te komen tot negatieve kosten voor de bedrijfsvoering (boven ca. 200.000 i.e.). In dit geval zijn de baten in termen van lagere slibeindverwerkingskosten en vermeden PE gebruik, hoger dan de kosten voor ALE productie.

FIGUUR 6.5 KOSTPRIJS ALE BIJ GEBRUIK EIGEN ELEKTRICITEIT, LAGERE CHEMICALIËNDOSERING EN LAGERE INKOOPPRIJS VOOR CHEMICALIËN



Op basis van de gevoeligheidsanalyse zijn de parameters vastgesteld die bepalend zijn voor de overall business case. Het resultaat van deze analyse is gevisualiseerd in figuur 6.6. Onderzoek naar deze bepalende parameters zal bijdragen aan het versterken van de overall business case voor ALE-productie.

FIGUUR 6.6 RESULTAAT ANALYSE KOSTPRIJSBEPALENDE PARAMETERS



6.5 CONCLUSIE

- De kostprijs voor ALE productie wordt in hoge mate beïnvloed door de schaalgrootte. Vanaf een AEI op het korrelslib van een RWZI met een capaciteit van 200.000 i.e. neemt het schaaleffect duidelijk af.
- De kostprijs voor het ruwe ALE product volgens het standaard extractieproces varieert van € 0,73 bij 1.000.000 i.e. tot € 2,56 bij 50.000 i.e., kosten voor opwerking van ALE zijn niet inbegrepen in deze kostprijs.
- Een reductie van de kostprijs is mogelijk door de impact van kostprijsbepalende aspecten te verminderen (warmtebehoefte AEI, scheidingstechnieken, kosten en dosering chemicaliën, kwaliteit en kwantiteit ALE). Toegepast onderzoek en praktijkonderzoek is nodig om de haalbaarheid hiervan te bepalen en te toetsen.
- Nagenoeg neutrale of zelfs negatieve operationele kosten zijn (mogelijk) haalbaar bij installaties groter dan 200.000 i.e.

7

KOSTPRIJSANALYSE NEREDA® GRANULAAT

7.1 INTRODUCTIE

Dit hoofdstuk beschrijft het resultaat van de kostprijsanalyse voor de productie van Nereda® granulaat. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in een granulaatproduct voor de landbouw (65% DS) en een product voor mogelijke toepassing als vulmiddel in de kartonindustrie (als natte korrel). De scope van dit hoofdstuk is weergegeven in figuur 7.1.

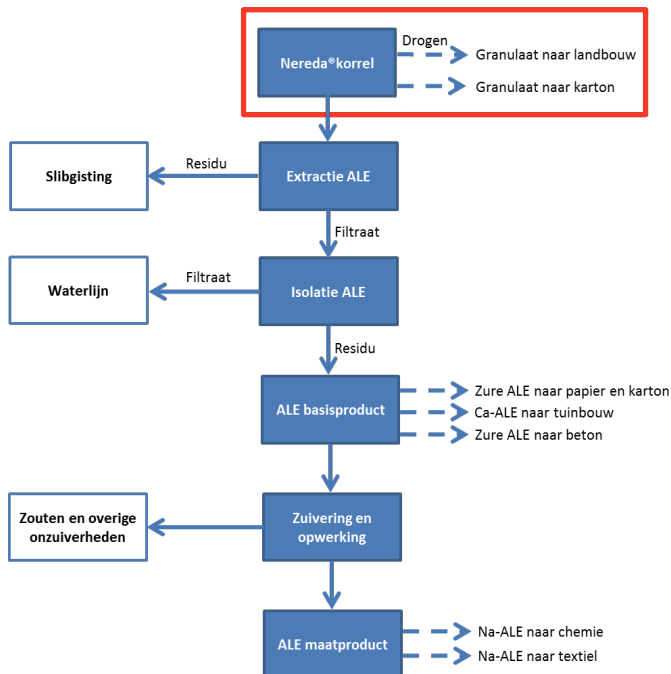
In de kostprijs zijn de volgende aspecten inbegrepen:

- De kapitaallasten gekoppeld aan extra installatieonderdelen voor granulaatproductie.
- De productiekosten voor granulaat.
- De impact van granulaatproductie op de RWZI.

De kostprijsanalyse is uitgevoerd door enerzijds onderzoek te doen naar het effect van schaal-grootte en anderzijds een gevoeligheidsanalyse uit te voeren naar kostenbepalende parameters.

FIGUUR 7.1

PROJECTSCOPE MET ROOD OMLIJND DE SCOPE VAN DE KOSTPRIJSANALYSE VOOR NEREDA® GRANULAAT



7.2 INVESTERINGSKOSTEN

Voor het bepalen van de investeringskosten voor de granulaatroute is uitgegaan van een groene weide situatie. Voor de productie van granulaat voor toepassing als vulmiddel in karton is (beperkte) ontwatering gewenst. De mate waarin dit is gewenst hangt vooral af van de transportafstand tussen de Nereda® installatie en afzetlocatie(s). Beperkte ontwatering c.q. indikking is mogelijk met een gravitatie-indikker, verdergaande ontwatering met een centrifuge.

Voor de productie van granulaat voor toepassing in de landbouw is een droge geperste korrel nodig (zie figuur 4.4). Voor de kostprijsanalyse is uitgegaan van een te behalen drogestofpercentage van 65%.

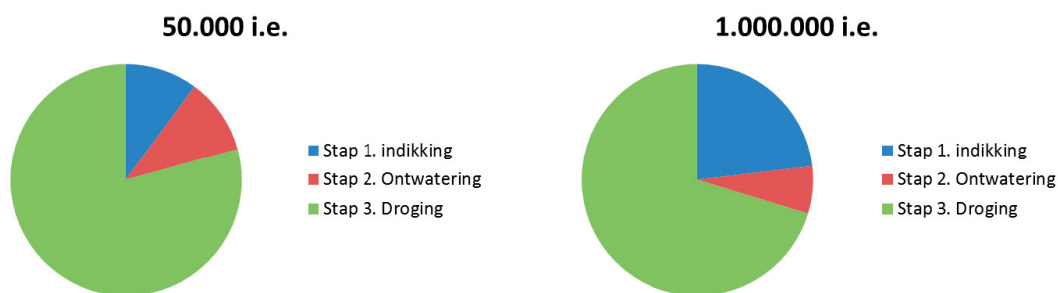
De investeringskosten voor de granulaatroute naar de landbouw zijn opgenomen in tabel 7.1. Hierbij is onderscheid gemaakt in vier verschillende schaalgroottes. In de aangegeven bedragen zijn naast de kosten voor de drogingsinstallatie, ook de kosten voor een gravitatie-indikker en centrifuge inbegrepen.

TABEL 7.1 INVESTERINGSKOSTEN PRODUCTIE NEREDA® GRANULAAT

Aspect	Eenheid	Scenario			
Schaalgrootte	i.e.	50.000	200.000	500.000	1.000.000
Slibproductie	ton DS/jr.	730	2.920	7.300	14.600
Investeringskosten granulaatroute	€ ex. BTW	5.710.000,--	7.579.000,--	11.821.000,--	20.835.000,--
Investeringskosten per ton granulaat	€ ex. BTW	7.800,--	2.600,--	1.600,--	1.400,--

De totale investeringskosten worden in hoge mate bepaald door de kosten voor het drogen van de korrels van 18 tot 65% DS. In figuur 7.2 is de verhouding tussen de kosten voor stap 1 (indikking), stap 2 (ontwatering) en stap 3 (droging) weergegeven. Uit deze tabel blijkt dat de investeringskosten voor droging (stap 3) van de korrels 70% tot 80% van de totale kosten betreffen. Bij een toenemende schaalgrootte neemt het kostenaandeel voor indikking van de korrels relatief gezien toe. Bij 50.000 i.e. is het aandeel 10%, bij 1.000.000 i.e. bedraagt het aandeel 23%.

FIGUUR 7.2 KOSTENOPBOUW VAN DE GRANULAATPRODUCTIE INSTALLATIE BIJ 50.000 I.E. EN 1.000.000 I.E.



7.3 OPERATIONELE KOSTEN EN BATEN

De kostprijs van granulaat wordt bepaald door enerzijds de kapitaallasten en anderzijds de operationele kosten en baten. Directe operationele kosten voor de granulaatproductie bestaan uit de kosten voor:

- elektriciteit;
- gas;
- personeel;
- onderhoud.

De indirecte kosten bestaan uit de kosten die ontstaan doordat geen korrels worden vergist. Dit betekent dat meer elektriciteit moet worden ingekocht. Voor het aandeel elektriciteit dat extra moet worden ingekocht is gerekend met € 0,04 per kWh. Dit is het verschil tussen het gehanteerde inkooptarief van € 0,10 per kWh en de gemiddelde netto kostprijs voor productie van eigen energie van € 0,06 per kWh.

In de kostenraming zijn geen kosten opgenomen voor de behandeling van vezels aanwezig in het filtraat. In het filtraat zullen vezels aanwezig zijn, doordat geen PE wordt gedoseerd in het granulaatproductieproces. Hiervoor is gekozen vanwege de beoogde afzet van het product naar de landbouw.

Tabel 7.2 bevat een overzicht van de totale kosten – met een nadere detaillering van de operationele kosten – voor de granulaatroute in een groene weide situatie. Op basis van deze tabel kan worden afgeleid dat de totale kosten voor de productie van granulaat variëren van circa € 1.200,- per ton DS bij 50.000 i.e. tot € 250,- per ton DS bij 1.000.000 i.e.

TABEL 7.2

KOSTEN GRANULAATPRODUCTIE VOOR DE LANDBOUWROUTE

Aspect	Eenheid	Schaalgrootte (i.e.)			
		50.000	200.000	500.000	100.0000
Kapitaallasten	€/jaar	690.000	916.000	1.428.500	2.518.000
Operationele kosten					
Elektriciteit	€/jaar	51.500	71.000	129.500	219.500
Gas	€/jaar	20.000	71.500	178.000	350.000
Personeel	€/jaar	18.000	30.000	45.000	60.000
Geen eigen energieproductie (netto extra kosten)	€/jaar	11.000	44.500	111.500	223.500
Onderhoud	€/jaar	95.500	117.000	183.000	321.000
Totale operationele kosten	€/jaar	196.000	334.000	647.000	1.174.000
Totale kosten	€/jaar	886.000	1.250.500	2.076.000	3.692.000
Kostprijs					
Kapitaallasten	€/ton DS	945	314	195,68	173
Operationele kosten	€/ton DS	269	114	88	80
Operationele kosten per ton	€/ton DS	1.214	428	284	253

7.4 KOSTPRIJSANALYSE

Via de granulaatrouten kunnen drie verschillen producttypen worden geproduceerd en geleverd aan marktpartijen, namelijk:

- Ingedikte Nereda® korrels voor directe toepassing als vulmiddel in de PKI. Dit is vooral interessant bij korte transportafstanden tot de afnemer van het product, vanwege de lage drogestof concentratie.
- Ontwaterde Nereda® korrels voor directe toepassing als vulmiddel in de PKI. Dit is vooral interessant bij langere transportafstanden tot de afnemer van het product, vanwege de hogere drogestof concentratie.
- Gedroogd Nereda® granulaat voor toepassing in de landbouw. Dit product wordt verder gaand gedroogd.

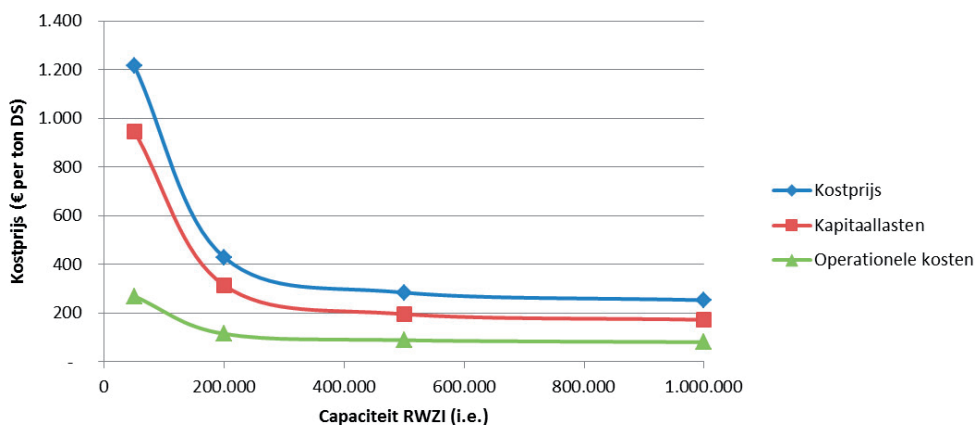
Tabel 7.3 geeft de kostprijs per type product weer voor de vier schaalgroottes. Uit deze tabel blijkt dat het drogen van de ontwaterde korrels tot granulaat (stap 3) leidt tot de sterkste kostprijsstijging.

TABEL 7.3 KOSTPRIJS PER PRODUCTTYPE

Kostprijs	Product	Eenheid	Schaalgrootte (i.e.)			
			50.000	200.000	500.000	1.000.000
Stap 1. indikking	ingedikte korrel	€/ton DS	€ 136,--	€ 71,--	€ 66,--	€ 63,--
Stap 2. Ontwatering	-	€/ton DS	€ 157,--	€ 44,--	€ 34,--	€ 20,--
Stap 1+ 2	Ontwaterde korrel	€/ton DS	€ 293,--	€ 115,--	€ 100,--	€ 83,--
Stap 3. Drogning	-	€/ton DS	€ 921,--	€ 313,--	€ 184,--	€ 170,--
stap 1+2+3	Nereda® granulaat	€/ton DS	€ 1.214,--	€ 428,--	€ 284,--	€ 253,--

De kostprijs voor de granulaatrouten is in figuur 7.3 uitgezet tegen de capaciteit van de RWZI. Op basis van deze figuur kan worden geconcludeerd dat voornamelijk kapitaallasten bepalend zijn voor de kostprijs. Ook is tot een relatief hoge capaciteit van circa 500.000 i.e. een schaafeffect aanwezig.

FIGUUR 7.3 KOSTPRIJS GRANULAATPRODUCTIE UITGEZET TEGEN DE CAPACITEIT VAN DE RWZI

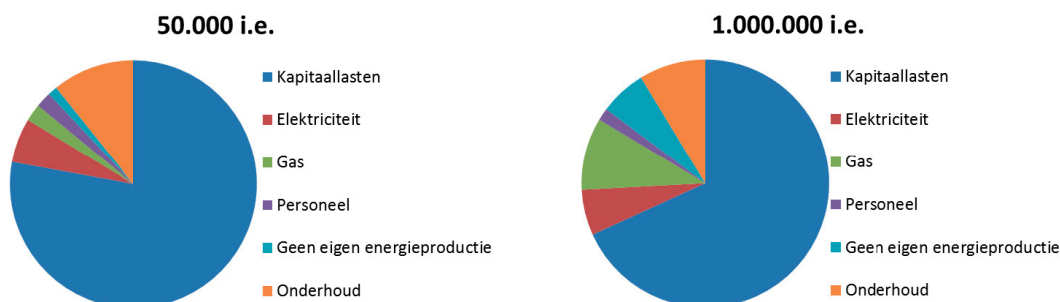


Het aandeel van de kapitaallasten in de kostprijs voor granulaatproduct wordt verder verduidelijkt in figuur 7.4. De kapitaallasten bepalen voor 68% (bij 1.000.000 i.e.) tot 78% (bij 50.000 i.e.) de totale kostprijs.

Het schaafeffect op de kostenverhoudingen is relatief beperkt. Het aandeel van de kosten voor inkoop van aardgas en extra elektriciteit neemt met de schaalgrootte iets toe.

FIGUUR 7.4

OPBOUW VAN DE KOSTPRIJS VOOR GRANULAATPRODUCTIE BIJ EEN CAPACITEIT VAN 50.000 I.E. EN 1.000.000 I.E.



GEVOELIGHEIDSANALYSE GRANULAAT

De kostprijs van granulaat wordt voornamelijk bepaald door de volgende aspecten:

- Investeringskosten. Dit betreft vooral de investering in de banddroger. Omdat wordt gedroogd bij een lage temperatuur van 65°C – zodat de ALE in de korrel behouden blijft – is de banddroger relatief groot. Het kostenaandeel van de banddroger bedraagt 35% (bij 1.000.000 i.e.) tot 57% (bij 50.000) van de totale investering. Ook de kosten voor de gravitatie-indikker hebben een redelijke invloed.
- Warmtebehoefte van het proces. In de kostprijsbepaling is rekening gehouden met de inkoop van aardgas voor de productie van warmte. Afhankelijk van de locatie kan mogelijk gebruik worden gemaakt van restwarmte. Uitgaande van een inkooptarief van restwarmte van € 6,25 per GJ (gereduceerd restwarmtetarief), is een besparing te behalen van ca. 50% op de kosten van warmte. Ook vervalt de investering in een CV ketel, maar is anderzijds een extra investering nodig voor de aanvoer en uitwisseling van de warmte.
- Elektriciteitsverbruik. De ontwateringscentrifuge (onderdeel van stap 2) en het drogingsproces (stap 3) vragen een behoorlijke hoeveelheid energie. De inzet van eigen energie is niet aannemelijk, aangezien een slibgisting geen onderdeel van de granulaatrouten uitmaakt.

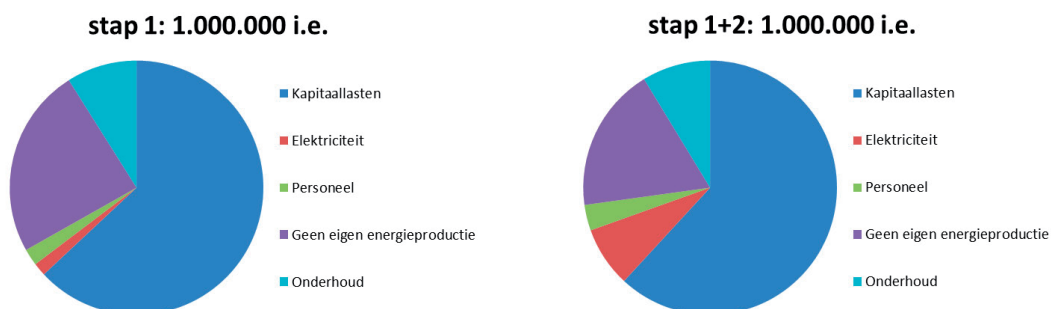
In tegenstelling tot de route voor ALE productie, is het aantal te beïnvloeden parameters voor de granulaatrouten relatief beperkt. De kostprijs kan vooral worden beïnvloed door het proces technologisch anders in te richten.

GEVOELIGHEIDSANALYSE PRODUCTTYPE

Naast granulaat, kan ook een ingedikte korrel (>2,5% DS) of een ontwaterde korrel (18% DS) worden geproduceerd. De kostenopbouw van deze projecten is weergegeven in figuur 7.5. Stap 1 heeft vooral een hoge invloed op de kapitaallasten (gravitatie-indikker) en stap 2 op het elektriciteitsverbruik.

FIGUUR 7.5

OPBOUW VAN DE KOSTPRIJS VOOR DE PRODUCTIE VAN INGEDIKTE KORRELS (LINKS) EN ONTWATERDE KORRELS (RECHTS)



VERGELIJKING MET HUIDIGE SLIBAFZET ROUTE VIA SLIBGISTING

De kostprijs voor de drie afzetroutes dient voor een overall afweging te worden vergeleken met de huidige afzetroute. In tabel 7.4 is een ruwe vergelijking gemaakt tussen de kostprijs voor de verschillende producttypen met de slibverwerking route via slibgisting. Hierbij is onderscheid gemaakt in slibafzetkosten voor:

- communale slibstromen van € 320,- per ton DS;
- 'schone' industriële slibstromen van € 0,- per ton DS.

Omdat nog geen markt is gevonden voor de directie toepassing van ongedroogde communale korrels (zie ook hoofdstuk 4), is de economische potentie hiervan niet gepresenteerd in tabel 7.4. Voor gedroogd granulaat (65% DS) afkomstig van communale zuiveringen is wel een potentiële markt geïdentificeerd. De economische potentie hiervan is daarom wel meegenomen in onderstaande analyse.

Op basis van tabel 7.4 kan worden geconcludeerd dat voor:

- Ingedikte korrels van industriële zuiveringen, de route haalbaar is zodra een positieve economische waarde is gekoppeld aan het product. Bij een kleinere schaal kan ook een positieve business case worden behaald bij een beperkte negatieve gate fee.
- Ontwaterde korrels van industriële zuiveringen, deze route haalbaar is zodra het product minimaal een waarde heeft van ca. € 50,- per ton DS.
- Nereda® granulaat:
 - Afkomstig communale zuiveringen: vanaf een schaalgrootte van ca. 500.000 i.e. is de business case aantrekkelijk zodra het product met een positieve waarde kan worden afgezet. Op kleinere schaal is een aanzienlijk hogere afzetprijs nodig.
 - Afkomstig van industriële zuiveringen: Het granulaat dient minimaal een waarde van € 200,- per ton DS te hebben om vanaf een schaal van 500.000 i.e. te leiden tot een positieve business case.

TABEL 7.4 INDICATIEVE VERGELIJKING MET HUIDIGE SLIBAFZET ROUTE VIA SLIBGISTING

Aspect	Eenheid	Schaalgrootte (i.e.)			
		50.000	200.000	500.000	1000.000
Huidige slibroute					
Oorspronkelijke hoeveelheid slib	ton DS/j	730	2.920	7.300	14.600
Afbraak in gisting	%	25	25	25	25
Over na gisting	ton DS/j	548	2.190	5.475	10.950
Slibafzetkosten communaal slib	€/ton DS	320	320	320	320
	€/jr.	175.200	700.800	1.752.000	3.504.000
Slibafzetkosten industrieel slib	€/jr.	0	0	0	0
Slibindikking voor gisting	€/jr.	88.000	163.000	371.000	700.000
Slibontwatering na gisting	€/jr.	86.000	97.000	186.000	215.000
Totale kosten communaal slib	€/jr.	349.200	960.800	2.309.000	4.419.000
	€/ton DS	478	329	316	303
Totale kosten industrieel slib	€/jr.	174.000	260.000	557.000	915.000
	€/ton DS	238	89	76	63
Granulaatrout					
Kostprijs ingedikte korrels	€/ton DS	136	71	66	63
Communale korrels: kostenneutraal bij	€/ton DS	x	x	x	x
Industriële korrels: kostenneutraal bij	€/ton DS	-102	-18	-10	1
Kostprijs ontwaterde korrels	€/ton DS	293	115	100	83
Communale korrels: kostenneutraal bij	€/ton DS	x	x	x	x
Industriële korrels: kostenneutraal bij	€/ton DS	55	26	24	20
Kostprijs gedroogd granulaat	€/ton DS	1.214	428	284	253
Communale korrels: kostenneutraal bij	€/ton DS	736	99	-32	-50
Industriële korrels: kostenneutraal bij	€/ton DS	976	339	208	190

CONCLUSIE

- De investeringskosten zijn bepalend voor de kostprijs van de verschillende eindproducten. Een andere inrichting van het systeem en/of lokale omstandigheden kunnen leiden tot een heel ander beeld van de economische potentie van de afzetroute.
- De economische haalbaarheid van de mogelijke producttypen is samengevat in tabel 7.5. Uitgangspunt voor deze tabel is de verwerking van slib via slibgisting in de referentie-situatie.

TABEL 7.5 ECONOMISCHE HAALBAARHEID VAN DE PRODUCTTYPEN VOOR DE GRANULAATROUTE

Product granulaatroute	Eigenschap	Minimale schaalgrootte (i.e.)	Minimaal benodigde marktwaarde* (€ per ton DS)
Ingedikte Nereda® korrels – industriële RWZI	2,5% DS	-	Ca. -100 tot 0
Ontwaterde Nereda® korrels – industriële RWZI	18% DS	-	Ca 25 - 50
Nereda® granulaat – communale RWZI	65% DS	200.000 i.e.	100
		> 500.000 i.e.	-30
Nereda® granulaat – industriële RWZI	65% DS	50.000 i.e.	1000
		200.000 i.e.	340
		> 500.000 i.e.	200

* De minimaal benodigde verkoopprijs voor een kostenneutrale of positieve business case.

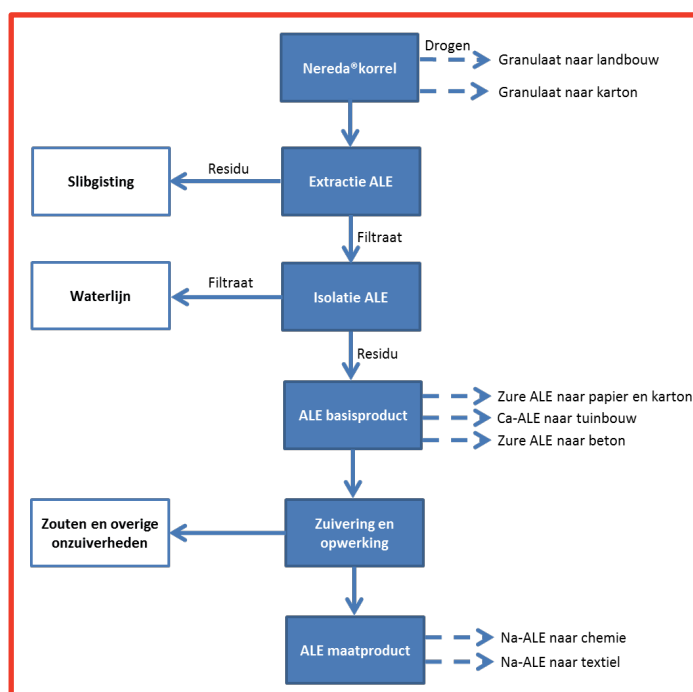
8

HAALBAARHEIDSSSTUDIE

8.1 INTRODUCTIE

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste bevindingen van de voorgaande hoofdstukken samengevoegd, teneinde de overall haalbaarheid van granulaat en ALE productie voor de verschillende afzetroutes te kunnen beoordelen. In dit hoofdstuk wordt tevens beschouwd hoe kansrijk de afzet van ALE en granulaat is in termen van wet- en regelgeving en hoe de ketenorganisatie eruit zou kunnen komen te zien, inclusief verdienmodellen en prijsvorming.

FIGUUR 8.1 PROJECTSCOPE MET ROOD OMLIJND DE SCOPE VAN DE HAALBAARHEIDSSSTUDIE



8.2 KENMERKEN PER AFZETROUTE

Voor de overall analyse van Nereda® granulaat en ALE productie is een lijst met criteria opgesteld. In deze lijst zijn tevens de kwalitatieve criteria verwerkt die bepalend zijn voor de interesse van marktpartijen in het eindproduct. De opgestelde criteria betreffen:

- Stabiliteit: de mate waarin de producteigenschappen in de tijd behouden blijven.
- Variabiliteit: de mate waarin de samenstelling en eigenschappen in de tijd veranderen.
- Geur: mate waarin de geur kan worden afgestemd op de marktbehoefte.
- Kleur: mate waarin de kleur kan worden afgestemd op de marktbehoefte.
- Zuiverheid: mate waarin een voldoende zuiver product kan worden geproduceerd.
- Werkzaamheid: mate waarin het product de beoogde effecten genereert.
- Wet- en regelgeving: mate waarin kan worden voldaan aan wet- en regelgeving.
- Time-to-market: de tijd die het kost om de beoogde afzetroute te realiseren.

- **Kostprijs vs. inkoopprijs:** de omvang van de marge tussen de kostprijs voor productie van ALE /granulaat en de prijs waarvoor afnemers het willen inkopen.
- **Marktomvang:** de mate waarin sprake is van een aantrekkelijk marktvolume.
- **Haalbaarheid:** de mate waarin de beoogde afzetroute haalbaar wordt geacht, op basis van voorgaande criteria.

In onderstaande paragrafen wordt de haalbaarheid voor afzet van granulaat / ALE kort samengevat voor de sectoren:

- papier en karton;
- textiel;
- chemie;
- tuinbouw;
- landbouw;
- overig.

De beoordeling van de verschillende afzetroutes is gepresenteerd in tabel 8.1.

8.2.1 PAPIER EN KARTON

Afzet van Nereda[®] granulaat: de afzet van granulaat vanuit communale zuiveringen is niet haalbaar vanwege de kwaliteit van het product en de maatschappelijke perceptie. Afzet van granulaat geproduceerd vanuit 'schone' industriële afvalwaterstromen (o.a. voedingsmiddelenindustrie) kan haalbaar zijn. Voordeel van deze route is dat de gehele korrel kan worden afgezet als grondstof.

Granulaat kan door de PKI mogelijk worden toegepast als vulmiddel, waarbij met name een eventueel lijmingseffect nog dient te worden aangetoond. Het aantal fabrieken dat granulaat in de praktijk kan toepassen zal beperkt zijn. Dit betreffen vooral de fabrieken die laagwaardige kartonproducten maken (zoals golfkarton). De productiekosten voor granulaat als vulmiddel zijn beperkt, doordat de PKI het granulaat mogelijk als (natte) korrel kan toepassen.

Haalbaar: Mogelijk voor 'schone' industriële stromen, mits de werkzaamheid wordt aangetoond.

Interessant: Alleen voor 'schone' industriële stromen, op korte termijn.

Afzet van Na-ALE: Afzet naar de PKI lijkt haalbaar mits afkomstig van een industriële zuivering. Tijdens uitgevoerde experimenten is de werkzaamheid van ALE als lijningsmiddel in/op papier aangetoond. De kwaliteit van de ALE zal uiteindelijk bepalen hoe hoogwaardig het kan worden toegepast in de PKI. Afhankelijk daarvan bedraagt de potentiële inkoopprijs voor papierfabrieken tussen de € 1,- en € 5,- per kg. Bij een laagwaardige toepassing zal een zekere schaalgrootte van de AEI nodig zijn om de business case aantrekkelijk te maken. Zeker omdat het zure ALE nog moeten worden omgezet in Na-ALE.

Haalbaar: Ja

Interessant: Ja, wel aandacht nodig voor verhouding kostprijs en verkoopprijs

8.2.2 TEXTIEL

Het sample materiaal wat gebruikt is voor de evaluaties schiet op een aantal punten te kort voor de textielmarkt, waarbij het realistisch is te veronderstellen dat dit te verbeteren is met een aangepast c.q. optimaler extractieproces en aanvullende nabewerkingsstappen. Het gaat dan om kleur, zuiverheid en stabiliteit (constante viscositeit). De (financiële) ruimte voor deze opwerkingsstappen lijkt voldoende. Als vuistregel kan – afhankelijk van de schaalgrootte –

een kostprijsverhoging van ca. € 0,50 per kilogram per opwerkingsstap worden gehanteerd. Welke stappen en hoeveel stappen exact nodig zijn voor opwerking tot de gewenste kwaliteit, zal onderwerp zijn van nader onderzoek. De huidige marktprijs ligt met ca. € 7,- tot € 10,- ruim boven de kostprijs van zure ALE productie via het standaardproces. De marktgrootte is op dit moment ongeveer 20.000 ton per jaar hetgeen op de korte termijn redelijke perspectieven biedt, met name omdat het al een bestaande markt is.

Haalbaar: ja, mits kostprijs beheersbaar en kwalitatief stabiel

Interessant: ja, op korte termijn

8.2.3 CHEMIE

De werkzaamheid van Na-ALE poeder voor toepassing als verdikkingsmiddel is nog niet onderzocht. Het zal voornamelijk om industriële (niche) toepassingen gaan. Ook voor deze toepassing vormen de zuiverheid en geur van het eindproduct een criterium. De prijsstelling zal uiteindelijk het haalbare afzetvolume bepalen.

Haalbaar: ja, mits kostprijs beheersbaar

Interessant: matig, kleine markt, lage prijzen

Nieuwe biopolymeren / materialen lijken veel potentie te hebben. Ook de potentiële marktomvang is groot. Het succes is wel afhankelijk van de productontwikkeling bij de chemische bedrijven en een daadwerkelijke marktintroductie duurt meestal enkele jaren.

Haalbaar: ja

Interessant: ja, wel op langere termijn

8.2.4 TUINBOUW

Uit de evaluatie van het Na-ALE sample materiaal bleek significante werkzaamheid van de ALE voor bodemstructuurverbetering. De benodigde dosering is wel redelijk hoog, waardoor de zoutconcentratie een knelpunt gaat vormen. Mogelijk dat met een ander productieproces ALE geleverd kan worden dat beter voldoet. In elk geval is besloten om een sample ALE te produceren voor evaluatie dat minder natrium en chloride zal bevatten. De prijs van ALE wordt mede bepaald door de werkzaamheid en daarmee de benodigde hoeveelheid. Eerste indicatie is dat er relatief veel ALE nodig is waardoor de prijs waarschijnlijk lager zal komen te liggen dan € 1,- per kilo. Verder zijn de geur en stabiliteit aandachtspunten.

Haalbaar: mogelijk met Ca-ALE, of andere Na en CL arme ALE producten

Interessant: matig, marge op product is (te) laag, daarentegen wel grote volumes

8.2.5 LANDBOUW

Uit analyses naar de samenstelling van Nereda[®] granulaat afkomstig van de bestaande communale RWZI's, blijkt dat niet aan de vigerende Nederlandse wet- en regelgeving kan worden voldaan (zie ook paragraaf 4.5 en 8.3). Daarmee dient een nationale afzetroute als onhaalbaar te worden beschouwd. Echter, een internationale afzet lijkt wel mogelijk. Uit de kostprijsanalyse blijkt dat deze route mogelijk economisch haalbaar is vanaf 500.000 i.e. In Duitsland wordt het product meest om niet afgezet. Bij een grote (vaak incidentele) marktvraag wordt soms voor slib betaald. De waarde van granulaat zou wat hoger kunnen liggen mits het een extra toegevoegde waarde heeft (zoals het vasthouden van extra water en/of verbetering van het bodemleven)

Nereda[®] granulaat geproduceerd uit 'schone' afvalwaterstromen van bijvoorbeeld de voedingsmiddelenindustrie, zal naar alle waarschijnlijkheid wel voldoen aan de vigerende wet- en regelgeving. De bijdrage van granulaat aan de vochtthuishouding, het bodemleven en de verminderde verstuiving en/of de bemestende waarde zullen uiteindelijk bepalen wat het product waard is in de markt. Uit de kostprijsanalyse blijkt dat minimaal een waarde van ca. € 200,- per ton DS bij een schaalgrootte vanaf 500.000 i.e. nodig is om de business case sluitend te maken. Daarmee vormen de kosten een aandachtspunt voor de haalbaarheid van deze route. Overigens is uitgegaan van een kostenneutrale waarde van onbehandelde 'schone' industriële korrels, terwijl voor communale korrels uit wordt gegaan van een gate fee van € 320,- per ton DS.

Haalbaar: mogelijk, communaal granulaat in internationale landbouw. Industrieel granulaat alleen bij hoogwaardige toepassing.

Interessant: matig, de marge op het product lijkt (te) laag.

8.2.6 OVERIG

Betoncoating voor het uitharden van beton: Het positieve is dat voor deze toepassing de meeste parameters niet zo kritisch zijn. De potentiële marktomvang is zeer groot en de route lijkt financieel aantrekkelijk te zijn. De markt introductie zal op korte termijn met zeewier alginat plaatsvinden. Maar als de ALE voldoet en goedkoper is dan liggen hier behoorlijke kansen. Het is de moeite waard om verder onderzoek te continueren naar dergelijke toepassingen.

Haalbaar: ja

Interessant: ja, grote markt, goede marges

TABEL 8.1 HAALBAARHEIDSSANALYSE AFZETROUTES NEREDA® GRANULAAT EN ALE

Producttype	Afzetroute	Bron	Vorm	Toepassing	Criteria (-- tot ++, zie legenda)								Haalbaarheid	Motivatie		
					Kwalitatief	Kwantitatief										
						Stabiliteit	Variabiliteit	Geur	Kleur	Zuiverheid	Werkzaamheid	Wet- en regelgeving			time to market	Kostprijs vs. inkoopprijs
Nereda® granulaat	Landbouw	Communaal	droge korrel	Meststof, bodemverbeteraar	0	-	0	0	+	+	+	+	+	+	-	Afzet in NL niet haalbaar, vanwege huidige samenstelling (zware metalen). Afzet in het buitenland lijkt wel mogelijk
		Industrieel	droge korrel	Meststof, bodemverbetering	0	-	0	0	+	+	+	+	+	+	+/-	Afzet in NL lijkt haalbaar voor 'schonere' afvalwaterstromen (o.a. voedingsmiddelenindustrie), kostprijs is een aandachtspunt
	Papier en karton	Communaal	natte korrel	Vulmiddel	0	0	-	-	-	x	-	++	++	+	--	Afzet naar pki lijkt niet haalbaar vanwege zuiverheid en publieke perceptie communale afvalwaterstromen
		Industrieel	natte korrel	Vulmiddel	0	0	x	x	x	x	+	+	++	+	+/-	Afzet naar een aantal specifieke fabrieken lijkt mogelijk. De toepasbaarheid moet echter nog worden aangetoond via applicatie onderzoek.
ALE basisproduct	Papier en karton	Industrieel	Na-ALE	Lijmingsmiddel	+	+	-	+	++	++	++	+	++	++	+	Afzetroute is haalbaar, maar bleken van de ALE is nodig. Voldoende schaalgrootte is nodig om voldoende marge te behalen (kostprijs drukken)
		Industrieel	Na-ALE	Waterabsorptie	+	+	-	+	++	x	++	-	+	+	+	Indien de werkzaamheid kan worden aangetoond, lijkt dit een interessante afzetroute te zijn. Zeker naast de afzet van ALE als lijmingsmiddel in de pki.
	Tuinbouw	Com/ind	Ca-ALE	Additief in substraten	-	0	-	0	+	+	+	-	-	+	-	Afzetroute lijkt technisch haalbaar, maar de financiële ruimte is (mogelijk te) beperkt
	Bouw	Com/ind	Na-ALE	Coating van beton	+	+	-	0	0	++	++	-	++	++	+	Haalbaar, aandacht voor geur en zuiverheid.

TABEL 8.1 (VERVOLG) HAALBAARHEIDSANALYSE AFZETROUTES NEREDA® GRANULAAT EN ALE

Producttype	Afzetroute	Bron	Vorm	Toepassing	Criteria (-- tot ++, zie legenda)								Haalbaarheid	Motivatie
					Kwalitatief		Kwantitatief							
					Stabiliteit	Variabiliteit	Geur	Kleur	Zuiverheid	Werkzaamheid	Wet- en regelgeving	time to market	Kostprijs vs. inkoopprijs	Marktomvang
ALE maatproduct	Chemie	Com/ind	Na-ALE	Verdikkingsmiddel	+	+	·	+	++	+/·	++	·	+/·	Afzetroute lijkt technisch haalbaar, maar in competitieve markt
					+	+	·	+	++	·	++	+	++	+
	Textiel	Com/ind	Na-ALE	Verdikkingsmiddel textielinkt	+	·	·	+	+	+/·	++	++	+	Afzetroute lijkt technisch haalbaar, de financiële ruimte is voldoende, maar de competitie op kwaliteit is lastig. Daarnaast hangt de marge op de kostprijs sterk af van de haalbare kwaliteit.

Legenda

- 0 neutraal / geen belangrijk criterium
 ++ Bewezen positief / haalbaar
 + Waarschijnlijk positief / goed haalbaar
 +/- Waarschijnlijk positief, maar in competitieve markt
 - Waarschijnlijk negatief / moeilijk haalbaar
 -- Niet of zeer moeilijk op te lossen
 x nog niet onderzocht en nader onderzoek is gewenst

8.3 WET- EN REGELGEVING NEREDA® GRANULAAT EN ALE

De Nereda® korrel afkomstig van een RWZI is volgens de Wet Milieubeheer (art. 10.6) een afvalstof. Voor de toepassing is een einde afvalfase vergunning zeer wenselijk (art. 6.4 van de Europese richtlijn afvalstoffen), zie onderstaand tekstkader. De vraag is in hoeverre een vergunning, al dan niet voor specifieke doeleinden, haalbaar wordt geacht. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in een vergunning voor de gehele Nereda® korrel, het gedroogde Nereda® granulaat en voor het geëxtraheerde Nereda® ALE.

De rapportage 'Juridische handreiking Duurzame Energie en Grondstoffen Waterschappen'¹³ bevat een bundeling en beschouwing van bestaande (juridische) kennis over zowel aspecten als taken van waterschappen, afvalstoffenwetgeving, aanbestedingswetgeving en organisatievormen. In de studie wordt veel verwezen naar praktijkvoorbeelden als hergebruik effluent, zeefgoed en struviet. Op (bio)polymeren – zoals ALE – wordt maar beperkt ingegaan. Desondanks kan de haalbaarheid goed worden ingeschat.

AFVALSTOFFENWET- EN REGELGEVING*

Indien blijkt dat een gebruiker betaalt voor het product, zou dit een aanwijzing kunnen zijn dat het product op het moment dat het de waterzuivering verlaat geen afvalstof meer is, maar een grondstof. Aan de hand van de Handleiding ' Afval of niet' van RWS Leefomgeving, ministerie IenM, zou het waterschap (als producent van de grondstof) samen met de gebruiker onderzoek moeten doen om aan te tonen dat het product geen afvalstof meer is. Bij dit onderzoek zal onder meer aandacht moeten worden besteed aan de kwaliteitscriteria waaraan het product moet voldoen om door de gebruiker te kunnen worden toegepast. Het eindresultaat, zo nodig getoetst door de Helpdesk Afvalbeheer van RWS, kunnen zij aan de betrokken bevoegde gezagen (voor RWZI respectievelijk inrichting Wm) voorleggen met het verzoek om een besluit einde-afvalfase met betrekking tot het product te nemen. Een dergelijk besluit maakt het voor het waterschap mogelijk om het product zonder bijkomende vergunning-, meldings- en registratieverplichtingen op grond van de afvalstoffenwetgeving te leveren aan de gebruiker. De gebruiker mag dan het gezuiverde water zonder meer ontvangen.

Wanneer het bevoegd gezag (of beide betrokken bevoegde gezagen) het verzoek afwijst, moet het leveren van het product aan de gebruiker in het licht van het afvalstoffenrechtelijke regime worden beschouwd. Concreet betekent dit dat het waterschap bij de afgifte van het product aan de gebruiker en de gebruiker bij de ontvangst daarvan aan alle daarvoor geldende verplichtingen uit hoofdstuk 10 Wm zullen moeten voldoen (meldingsplichten en een vergunning om afvalstoffen te mogen ontvangen).

** dit tekstkader is gebaseerd op de rapportage van Sloover & Klootwijk (2014)¹⁰, pagina 182-183. Het naam van het type product (gezuiverd water) en de gebruiker (papierfabriek) zijn verwijderd en aangepast in de woorden 'product' en 'afnemer'*

In de genoemde rapportage wordt verwezen naar het kamerstuk 'Koersbepaling waterbeleid en toezeggingen WGO' van het ministerie van I&M van 10 december 2012. Over de levering van reststoffen van het zuiveringsproces aan private partijen - die voor hen als grondstof dienen - zegt minister Schultz van Haegen in dit kamerstuk het volgende: "Ik zie voor deze activiteiten geen wettelijke belemmeringen, mits ze plaatsvinden in het kader van de uitvoering van de wettelijke taken van de waterschappen, zoals het zuiveren van afvalwater en watersysteembeheer."

13 Sloover, I.S., Klootwijk, K. (2014). Juridische handreiking Duurzame Energie en Grondstoffen Waterschappen. STOWA Rapportnummer 2014-40.

Voor de levering van (zure) ALE als grondstof kan tot op zekere hoogte een parallel worden getrokken met zeefgoed. Sloover en Klootwijk (2014) concluderen dat de terugwinning en toepassing hiervoor kansrijk is omdat het zeefgoed een nuttige toepassing kent. In deze rapportage is aangetoond dat deze nuttige toepassing ook voor ALE aanwezig is. ALE kent daarbij een lager gehalte (micro) verontreinigingen dan cellulose door de extractie- en opwerkingsstappen. Daarnaast wordt ALE tijdens de extractie thermisch en chemisch behandeld, waarmee een hygiëniserende van het product optreedt.

Aanvullende vraag is wellicht ook tot hoe ver een waterschap het ALE mag opwerken. Mag een waterschap alleen het alginaat extraheren, of mogen ook opwerkingsstappen worden uitgevoerd? Dit laatste leidt mogelijk tot een meer economisch aantrekkelijke grondstof, maar dit kan mogelijk ook als marktactiviteit worden beschouwd (zie ook paragraaf 8.4).

De Nereda® korrel zal onder de Nederlandse Meststoffenwet vallen. De aanwezige concentratie van zink en koper vormt een knelpunt voor nationale afzet van Nereda® korrels of granulaat afkomstig van communale zuiveringen naar de landbouw. De internationale afzet van granulaat naar de landbouw lijkt wel mogelijk. Deze route is nader beschreven in paragraaf 4.5 van deze rapportage en in de STOWA rapportage 'Perspectieven en knelpunten van zuiveringsslib voor bodemkundig gebruik' (STOWA 2014-35).

Voor de afzet van granulaat zou een parallel kunnen worden getrokken met struviet. Sloover en Klootwijk (2014) zeggen over struviet onder andere:

“De aanwijzing van struviet als verhandelbare meststof is in voorbereiding. De Commissie Deskundigen Meststoffenwet heeft aan de minister van EZ een positief advies afgegeven. Het advies is om een categorie voor struviet op te nemen onder de voorwaarde dat deze een sanitatiestap heeft ondergaan om mogelijk aanwezige pathogenen en microverontreinigingen te verwijderen.”

De aanwezigheid van microverontreinigingen in granulaat afkomstig van communale zuiveringen zal hoger liggen dan in struviet. De samenstelling van granulaat afkomstig van 'schone' industriële stromen lijkt wel aan de gestelde eisen te voldoen. Indien het granulaatproduct aan de kwaliteitscriteria voldoet en een positieve waarde heeft, lijkt een besluit einde-afvalfase mogelijk (zie voorgaand tekstkader). Een en ander is hierbij afhankelijk van de samenstelling van het te behandelen afvalwater.

8.4 CONCLUSIE

Productie en afzet van ALE wordt goed haalbaar geacht voor de afzetroutes papier en karton, betoncoating, en nieuwe chemische toepassingen. Voor papier en karton geldt dat, vanwege strenge kwaliteitseisen, alleen ALE van industriële zuiveringen geschikt zou kunnen zijn. Voor de afzet naar chemie en naar papier en karton zal de marge op het product (mogelijk) een aandachtspunt vormen.

Productie en afzet van ALE naar tuinbouw en chemie als verdikkingsmiddel lijkt minder goed haalbaar door de sterke concurrentie op prijs. Ook dient voor toepassing in de tuinbouw de werkzaamheid van alternatieve ALE producten nog te worden aangetoond. Tijdens de proef met Na-ALE is de werkzaamheid overigens wel aangetoond.

De afzet naar textiel lijkt lastiger door de sterke focus op kwaliteit (zuiverheid en viscositeit) en constantheid van de producteigenschappen. Qua volume en marge op de kostprijs lijkt deze route juist wel aantrekkelijk.

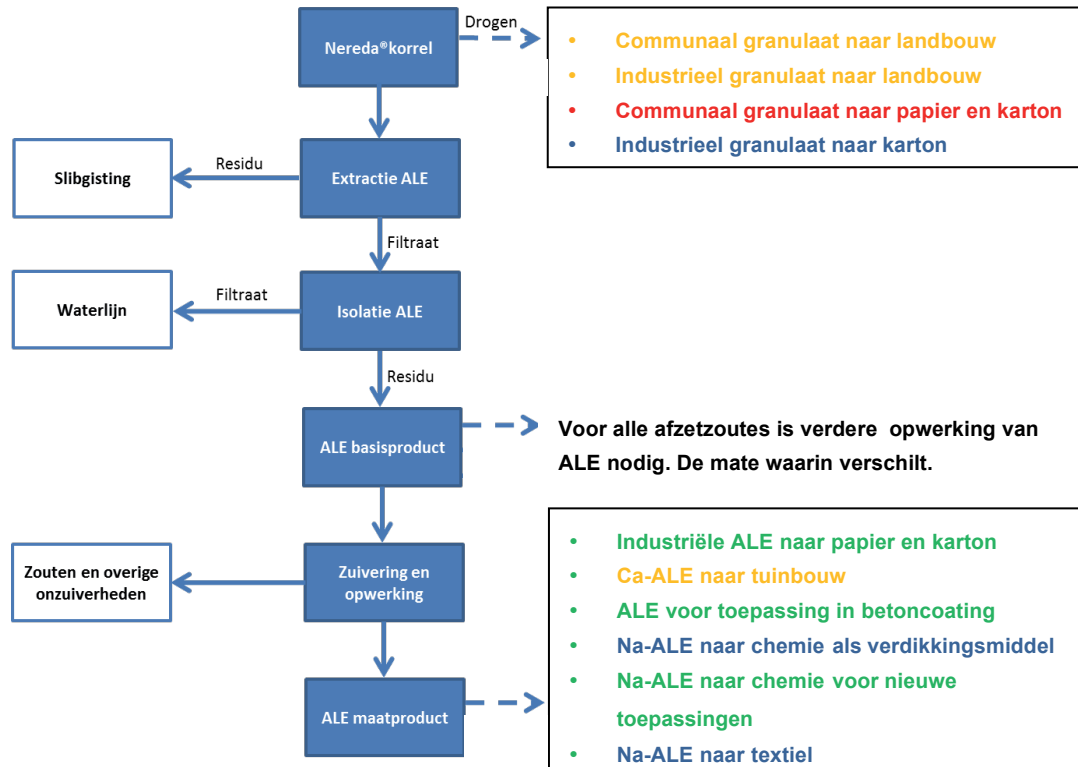
De afzet van granulaat naar landbouw lijkt mogelijk voor granulaat afkomstig uit relatief schone industriële afvalwaterstromen. De marge op de kostprijs is echter een aandachtspunt voor de afzet naar de landbouw. Indien de werkzaamheid van minder ver gedroogd granulaat als vulmiddel in karton kan worden aangetoond - eventueel in combinatie met een lijmings-effect - wordt ook deze route haalbaar geacht voor industriële afvalwaterstromen.

Afzet van granulaat geproduceerd uit Nereda[®] korrels van communale zuiveringen is alleen mogelijk op internationale schaal (bijvoorbeeld naar Duitsland en Frankrijk) richting de landbouw. Voor de afzet in Nederland wordt niet voldaan aan de wettelijk vastgestelde normen voor zware metalen (koper en zink). De afzet van granulaat afkomstig van communale zuiveringen naar papier en karton wordt onhaalbaar geacht vanwege aanwezige microbiologische verontreinigingen en de publieke perceptie.

De conclusies zijn samengevat in figuur 8.2 en figuur 8.3.

FIGUUR 8.2

SCOPE VAN HET NAOP MET PER AFZETRROUTE DE CONCLUSIE BETREFFENDE DE HAALBAARHEID



Mate van haalbaarheid:

Rood: nihil

Oranje: beperkt

Blauw: redelijk

Groen: hoog

FIGUUR 8.3 KENMERKEN VAN DE VERSCHILLENDE AFZETROUTES

