

# Inventarisatie van technieken voor kringloopsluiting in de zoetwateraquacultuur

## AquaVlan<sup>2</sup>

Gefinancierd door



**Interreg**   
EUROPESE UNIE  
**Vlaanderen-Nederland**  
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling



## Contents

|  |    |
|--|----|
| 0. Inleiding.....  | 3  |
| 1. Aquaponics in de wetgeving.....   | 4  |
| 1.1. Transport van energie .....   | 4  |
| 1.2. Watergebruik.....   | 5  |
| 1.3. Bronnen .....   | 7  |
| 2. Waterontsmetting.....   | 8  |
| 2.1. Waterstofperoxide .....   | 8  |
| 2.2. UV (ultraviolet) licht .....  | 9  |
| 2.3. Desinfecteren met chloordioxide .....   | 9  |
| 2.4. Ozonisatie .....  | 9  |
| 2.5. Langzame zandfiltratie .....  | 10 |
| 2.6. Elektrolytische ontsmetting .....   | 10 |
| 2.7. Bronnen .....   | 12 |
| 3. Waterfiltratie.....   | 13 |
| 3.1. Scheiding op basis van zwaartekracht.....                                     | 13 |
| 3.2. Scheiding op basis van captatie.....  | 15 |
| 3.3. Scheiding via granulaire media.....   | 16 |
| 3.4. Bronnen .....   | 17 |
| 4. Toedienen van coagulatie- en flocculatiemiddelen aan de slibfractie.....        | 18 |
| 4.1. Coagulatie.....   | 18 |
| 4.2. Flocculatie.....  | 18 |
| 4.3. Bronnen .....   | 19 |
| 5. Aerobe en anaerobe vergisting .....   | 20 |
| 5.1. Anaerobe fermentatie .....  | 20 |
| 5.2. Aerobe vergisting .....   | 20 |
| 5.3. Bronnen .....   | 21 |
| 6. Selectieve natriumverwijdering .....  | 22 |
| 6.1. SRU – sodium removal unit van Optima Agrik .....                              | 23 |
| 6.2. De Poseidon Sodium Remover van Moor filtertechniek (Van der Ende Group) ..... | 24 |
| 6.3. Ontwikkeling van een membraan voor selectieve natriumverwijdering .....       | 25 |

## 0. Inleiding

In de zoektocht naar het sluiten van de kringlopen in de zoetwateraquacultuur, is het duidelijk dat aquaponics een groot potentieel vertonen. Samenwerking tussen een tuinbouwbedrijf en een aquacultuurbedrijf kan op verschillende vlakken.

Voor de hand liggend is de uitwisseling van water, een voordeel voor beide bedrijven, want het aquacultuurbedrijf is zo zeker van voldoende beschikbaarheid van kwaliteitsvol water. Het tuinbouwbedrijf krijgt het water, na gebruik voor de visweek, aangelengd met meststoffen terug. Beschikt het tuinbouwbedrijf over een WKK (warmtekrachtkoppeling) dan kan ook warmte en elektriciteit geleverd worden aan het aquacultuurbedrijf.

Bij uitwisselen van water tussen productieprocessen, moet altijd enige voorzichtigheid gehandhaafd worden. Filteren en ontsmetten van het water kan noodzakelijk zijn om een goede bedrijfshygiëne te verzekeren en om de productieprocessen niet onnodig te belasten.

Naast de waterfractie die hergebruikt kan worden op het tuinbouwbedrijf als basis voor de voedingsoplossing, beschikt het aquacultuurbedrijf ook over een andere reststroom: spuislib. Dit spuislib kan verder gevalideerd worden op verschillende manieren en kan toepassingen vinden als meststof, of voor de productie van biogas en groene stroom. In dit verwerkingsproces kunnen technieken als coagulatie en flocculatie helpen bij het indikken van de slibfractie. Door fermentatie kan bijvoorbeeld biogas geproduceerd worden. Wat overblijft, het digestaat, kan toepassing vinden als meststof in de landbouw en zo is de cirkel rond.

## 1. Aquaponics in de wetgeving

Omdat aquaponics zowel dierlijke als plantaardige productie omvat, valt het onder verschillende Europese beleidsmaatregelen en is er geen specifieke beleidsmaatregel rond aquaponics. Onderstaande beleidsmaatregelen kunnen van toepassing zijn op aquaponics:

- Common Fisheries Policy
- Common Agriculture Policy
- Strategy on the prevention and recycling of waste
- EU Food Safety and Nutrition Policy
- EU Environmental Policy
- EU Platform on animal welfare-strategy for the protection and welfare of animals

Aquaponics wordt echter niet specifiek vermeld in een Europese beleidsmaatregel. Ook in de afzonderlijke lidstaten is een regelgeving rond aquaponics onbestaande en dat is niet anders in Vlaanderen en Nederland. Voor aquacultuur en groenteteelt afzonderlijk zijn er natuurlijk wel allerlei wetgevingen van toepassing, denk maar aan de milieuwetgeving, mestwetgeving, voedselveiligheid, dierwelzijn,...

Voor een industriële aquaponicsopstelling is uitwisseling van water, warmte en elektriciteit nodig. Hierrond zijn wel specifieke regels die licht verschillen voor Vlaanderen en Nederland.

Hoewel tuinbouw in zowel Vlaanderen als Nederland goed ontwikkeld is, is aquacultuur een sector die zich nog volop moet ontwikkelen. Om de kloof tussen vraag en productie van vis, schaal- en schelpdieren te verkleinen, en niet te afhankelijk te worden van importen, zet de EU in op het stimuleren van de aquacultuursector. Volgens de nieuwe beleidsrichting in het Europees Fonds voor Maritieme Zaken en Visserij (EMFZV) dient de ontwikkeling van aquacultuur binnen de EU zich te richten op productie- en afzetverhoging door innovaties op techniek en kennis. In het nieuwe Gemeenschappelijk Visserijbeleid is opgenomen dat Lidstaten een Nationaal Strategisch Plan Aquacultuur (NSPA) maken waarin een meerjarenvisie is opgenomen voor een duurzame ontwikkeling van de aquacultuur. Voor zowel België als Nederland is het Nationaal Strategisch Plan Aquacultuur raadpleegbaar via internet.

### 1.1. Transport van energie

#### 1.1.1. België (Vlaanderen)

In het geval van aquaponics gaat het om de directe uitwisseling van energie (zowel elektriciteit als warmte) tussen twee naburige bedrijven. In Vlaanderen zit de wetgeving hieromtrent vervat in het Energiedecreet, deze werd verder toegelicht in een Mededeling van de Vlaamse Regulator van de Elektriciteits- en Gasmarkt (VREG) van 7 februari 2017. De belangrijkste punten worden hieronder toegelicht:

- Directe uitwisseling van elektriciteit

In dit geval betreft het de aanleg van een directe lijn. Een directe lijn wordt gedefinieerd als een elektriciteitslijn met een nominale spanning die gelijk is aan of minder is dan 70 kV, die een productie-installatie met een afnemer verbindt (definitie bepaald in art. 1.1.3, 26° Energiedecreet).

De aanleg van directe lijnen is in een beperkt aantal gevallen zonder meer toegelaten; in andere gevallen is een toelating van de VREG vereist (artikel 4.5.1 van het Energiedecreet). **De aanleg van directe lijnen op 'eigen site' is toegestaan zonder dat een toelating van de VREG vereist is.** De risico's die de aanleg van een directe lijn op eigen site teweegbrengen, worden in dat geval dus niet afgewogen. Het begrip 'eigen site' wordt expliciet gedefinieerd, wat uiteraard vereist is gezien het een

cruciaal onderscheid maakt tussen directe lijnen die zonder toelating kunnen worden aangelegd en directe lijnen die aan een toelating van de VREG onderworpen zijn. Onder 'eigen site' wordt begrepen: "het kadastrale perceel of de aansluitende kadastrale percelen van dezelfde natuurlijke persoon of rechtspersoon als eigenaar, opstalhouder of concessiehouder". (art. 1.1.3, 30°/1 van het Energiedecreet). Door het aflijnen van het begrip 'eigen site' wordt de omvang van de categorie van directe lijnen die zonder de bijzondere vereiste van voorafgaande toestemming van de VREG aangelegd mogen worden, bewust beperkt gehouden. Belangrijk: als een openbare weg overschreden wordt, en bijgevolg een perceel betrokken is dat geen kadastraal perceel is, kan er geen sprake zijn van aansluitende kadastrale percelen en dus van 'eigen site'. Een toelating van de VREG is dan vereist.

- Uitwisseling van warmte
  - Voor de uitwisseling van warmte wordt ook verwezen naar het Energiedecreet, dewelke evenwel momenteel nog niet in werking is getreden. De uitwisseling van warmte tussen twee naburige bedrijven is niet onderhevig aan een voorafgaande melding of toelating bij de VREG. **Warmtenetten** komen reeds (frequent) voor tussen verschillende bedrijven.
    - Voorbeelden van uitwisseling van warmte in Vlaanderen:
      - Warmteuitwisseling in Kortrijk Noord bedrijventerrein
      - Vanheede en Dewulf (Roeselare)
      - IMOG en Nerva (Harelbeke)
      - IVOO sluit zich aan op het warmtenet Oostende

#### 1.1.2. Nederland

In Nederland is de Wet beheer Rijkswaterstaatswerken van kracht die onder andere inhoudt dat een vergunning nodig is om naast of onder de openbare weg een leiding aan te leggen. Toestemming is nodig van de minister van Infrastructuur en Waterstaat. Meestal vormt het leggen van leidingen geen probleem, aangezien dit geen gevaar inhoudt voor het verkeer of schade aanbrengt aan de weg. Zolang je dus op je eigen kadastrale percelen blijft vormt het aanleggen van een leiding tussen twee bedrijven geen probleem. Op die manier is de wetgeving in Vlaanderen en Nederland dus vrij gelijkaardig, de betrokken instanties verschillen natuurlijk wel.

- Voorbeelden van uitwisseling van warmte in Nederland:
  - Waerdse energie circuit (Heerhugowaard)
  - Evides Industriewater en Huntsman (Botlekgebied)
  - Ekwadraat: verwarming zwembad met rioolwaterwarmte
  - Butterfly orchids verwamt zwembad in Andel

## 1.2. Watergebruik

Uiteraard wordt er bij aquaponics ook water uitgewisseld. Het tuinbouwbedrijf ontvangt van het aquacultuurbedrijf restwater met een zekere nutriënteninhoud wat gebruikt kan worden als basis voor de voedingsoplossing van de groenteteelt. Als aquacultuurbedrijf is het interessant als gebruik gemaakt kan worden van de regenwatervoorraad van het tuinbouwbedrijf. Een aquacultuurbedrijf heeft doorgaans een beperkt dakoppervlak, waardoor onvoldoende water opgevangen kan worden voor de visteelt. Een vergunning krijgen voor het gebruik van grondwater is echter niet altijd eenvoudig. Bovendien heeft het grondwater niet altijd de gewenste kwaliteit. Voor een tuinbouwbedrijf is het belangrijk dat het vers water zo weinig mogelijk ballaststoffen bevat. Het is daarom al jaren een standaardpraktijk om regenwater te gebruiken. Bij een aquaponicsopstelling is het interessant dat ook het aquacultuurbedrijf gebruik maakt van regenwater, zo worden de

mogelijke balaststoffen uit het grondwater al geëlimineerd. Het glastuinbouwbedrijf verliest daarbij geen water, aangezien het water na gebruik voor de visteelt aangereikt met nutriënten terugkeert naar het glastuinbouwbedrijf en gebruikt kan worden voor de groenteteelt. Water kan eenvoudig getransporteerd worden via leidingen tussen twee bedrijven.

#### 1.2.1. Gebruik van grondwater in Vlaanderen en Nederland

Zowel in Vlaanderen als in Nederland is het niet vanzelfsprekend om grondwater op te boren voor gebruik in aquacultuur of glastuinbouw. Het gebruik van grondwater in de bedrijfsvoering is altijd vergunningsplichtig.

In Nederland is de vergunningsplicht afhankelijk van de hoeveelheid verbruikt grondwater per jaar en op welke locatie het grondwater wordt onttrokken (zout-, zoet- en/of kwetsbaar gebied). Gebruik je meer dan 150.000 m<sup>3</sup> grondwater per jaar, dan is een vergunning sowieso verplicht en is de provincie hiervoor bevoegd, ook wanneer grondwater dieper dan 10 meter onttrokken wordt, zijn de provincies verantwoordelijk. Wanneer je minder dan 150.000 m<sup>3</sup>/jaar oppompt, bepaalt het waterschap in welke gevallen een vergunning nodig is. De regelgeving verschilt tussen de waterschappen onderling, omdat de bodemopbouw over Nederland sterk varieert. Zo heeft elk waterschap zijn eigen waterschapsverordening. Grondwateronttrekking voor industriële toepassing is in principe enkel toegestaan in gebieden met functie bebouwing en industrie. Vergunningen kunnen online aangevraagd worden via het omgevingsloket. Het VEMW, kenniscentrum en belangenbehartiger van zakelijke energie- en waterverbruikers kan jou adviseren bij je vergunningsaanvraag.

In Vlaanderen geldt er steeds een meldingsplicht aan de VMM voor grondwaterwinning. Een aan- of afmelding is van groot belang voor de bepaling van de heffing op waterverontreiniging, en bij grootverbruikers ook voor de heffing op de grondwaterwinning en voor de grondwatervergunning. Voor het oppompen van grondwater is een vergunning nodig. Die vergunning is een onderdeel van de algemene milieuvergunning.

De VMM heeft een adviserende rol. Het zijn de gemeentebesturen of provinciebesturen (afhankelijk van het type winning) die de vergunning toekennen. Ze vragen daarvoor eerst advies van de VMM.

| Klasse   | Opgepompt debiet                                     |
|----------|--|
| Klasse 3 | Minder dan 500m <sup>3</sup> /jaar                   |
| Klasse 2 | Van 500m <sup>3</sup> tot 30.000m <sup>3</sup> /jaar |
| Klasse 1 | 30.000m <sup>3</sup> /jaar of meer                   |

Klasse 1 en 2 zijn vergunningsplichtig, voor klasse 3 geldt enkel een meldingsplicht.

### 1.3. Bronnen

#### Artikels:

- Hoevenaars, K., Junge, R., Bardocz, T., Leskovec, M. (2018). EU policies: New opportunities for aquaponics. Ecocycles, Vol4 No 1, p10-15.

#### Websites:

- <http://www.vreg.be/>
- <https://www.rijkswaterstaat.nl/>
- <https://lv.vlaanderen.be/>
- <https://emis.vito.be/>
- <https://www.vmm.be/>

#### Brochures en rapporten:

- RAS en regels Nederland  
<http://www.aquacultuurvlaanderen.be/sites/aquacultuurvlaanderen.be/files/public/Eindverslag%20RAS%20en%20Regels%20Nederland.pdf>
- Nationaal strategisch plan aquacultuur Nederland  
<http://edepot.wur.nl/346754>
- Mededeling van de Vlaamse Regulator van de Elektriciteits- en Gasmarkt  
<http://www.vreg.be/sites/default/files/document/mede-2017-01.pdf>
- Belgisch nationaal strategisch plan voor de aquacultuur  
<http://www.aquacultuurvlaanderen.be/sites/aquacultuurvlaanderen.be/files/public/Nationaal-Strategisch-Plan-voor-Aquacultuur.pdf>

#### Andere:

- Contact via mail en telefoon met het Waterschap Scheldestromen en de Rijkswaterstaat

## 2. Waterontsmetting

Aangezien leidingwater vrij duur is en oppompen van diep grondwater steeds moeilijker vergund wordt, is het aangewezen om het gebruik van andere waterbronnen te overwegen. In de tuinbouw wordt reeds algemeen gebruik gemaakt van regenwater, dit is zeer arm aan balaststoffen waardoor het het ideale uitgangswater is voor aanmaak van de voedingsoplossing. Ook voor een aquacultuurbedrijf is regenwater geschikt. Het is steeds aan te raden om de **waterkwaliteit van het gebruikte water na te gaan** en een waterontsmettingsinstallatie te voorzien. Dit geldt zowel voor het startwater van de visteelt en groenteteelt als voor het water dat na de viskweek naar de groenteteelt gaat. Veel gebruikte vormen van waterontsmetting zijn behandeling met UV licht en gebruik van waterstofperoxide. Enkel de meest gebruikte ontsmettingstechnieken worden hieronder meer uitgebreid besproken.

De brochure 'Recirculatie van water in de glastuinbouw' van de Vlaamse Overheid is een bron aan informatie over waterkwaliteit voor glastuinbouwproducten. Naast kwaliteitseisen en ontsmettingstechnieken wordt ook per teelt informatie gegeven over het gebruik van water en specifieke aandachtspunten voor die bepaalde teelt. Dit is belangrijke informatie om rekening mee te houden bij opstart van een aquaponicsopstelling. Zo moet het water dat van het aquacultuurbedrijf naar het tuinbouwbedrijf terugkeert, van voldoende hoge kwaliteit zijn om bruikbaar te zijn in een recirculatiesysteem. Dit betekent dat het na ontsmetting vrij moet zijn van potentieel gevaarlijke pathogenen en dat de concentratie aan balaststoffen laag moet zijn. Met balaststoffen worden nutriënten bedoeld zoals natrium die niet of in heel lage concentratie door planten worden opgenomen. Door recirculatie kan de concentratie aan deze balaststoffen oplopen en de EC van het uitgangswater ongewenst verhogen waardoor te weinig noodzakelijke nutriënten kunnen toegevoegd worden.

Indien niet voldaan wordt aan de microbiële normen of om mogelijke risico's van besmetting te voorkomen, kan gekozen worden om waterontsmetting uit te voeren. Er zijn verschillende ontsmettingsmiddelen en -technieken op de markt, elke techniek heeft zijn voor- of nadelen en kostprijs. Hieronder worden enkele methoden toegelicht.

### 2.1. Waterstofperoxide

Waterstofperoxide is een krachtig oxideermiddel dat een goede werking heeft tegen micro-organismen. Het reageert met een groot aantal stoffen, aangezien het zorgt voor de oxidatie van het celmembraan en celmetabolisme. Uit veiligheidsoverwegingen wordt het daarom doorgaans in verdunde vorm gedoseerd. Een eenvoudige doseerpomp volstaat om de oplossing in de waterleiding of dagvoorraad te doseren. Bij de reactie komt er zuurstof vrij. Belangrijk is dat de installatie (op het hoogste punt) automatisch kan ontvlucht worden!

Waterstofperoxide is een heel onstabiel oxidans. Daarom worden er stabilisatoren zoals zilvernitraat of perazijnzuur toegevoegd. Hierdoor heeft het peroxide een langere houdbaarheid. De activering van waterstofperoxide wordt beïnvloed door de pH van het water, de temperatuur en de aanwezigheid van organisch materiaal. Er ontstaan geen bijproducten, maar bij een hoge dosering kan waterstofperoxide schade aan de wortelpunten van planten veroorzaken. Met zogenaamde peroxide-teststrookjes is de concentratie in het water vast te stellen.



## 2.2. UV (ultraviolet) licht

UV-licht (golflengte 254 nm) kan op een eenvoudige, efficiënte en betrouwbare manier de microbiologische groei in water reduceren. Dit proces vernietigt meer dan 99,9 % van alle pathogenen (schimmels, bacteriën, virussen, ...) in het water door het DNA van het micro-organisme te vernietigen en kan gebruikt worden op alle types van water. Ontsmetting met een UV-lamp gebeurt in een buisreactor met in het midden een kwikdamlamp beschermd door een kwartsbuis. Het water stroomt tussen de kwartsbuis en de buitenwand van de reactor.

Een UV-systeem moet op het laatste punt van een waterbehandeling geplaatst worden. De doeltreffendheid van de desinfectie door UV wordt immers sterk verhinderd door deeltjes die aan het water troebelheid geven. Deze deeltjes vormen schaduwen die de micro-organismen toelaten te passeren zonder enige schade te ondervinden. Hierdoor verzwakt de doeltreffendheid van de behandeling aanzienlijk. Een correcte voorfiltratie is dus aangewezen. De levensduur van een UV-lamp is ongeveer een jaar en kent een sterke daling indien deze vaak in en uit geschakeld wordt.



Figure 1: UV-ontsmetting (Bron: Priva)

## 2.3. Desinfecteren met chloordioxide

Deze methode komt uit de waterleidingindustrie. Chloordioxide is een geelgroen gas met een prikkelende geur, werkt sterk kiemdodend, zelfs bij zeer lage concentraties en heeft een breed gebruiksspectrum. Omdat Chloordioxide een gas is wordt het product in twee componenten geleverd. Chloordioxide wordt op het bedrijf zelf aangemaakt door zoutzuur met natriumchloriet te laten reageren. Beide producten moeten met de nodige voorzichtigheid ter plaatse gemengd worden. Het gevormde gas wordt in een lage concentratie aan het gietwater toegevoegd of geïnjecteerd in de leiding. Chloordioxide is niet afhankelijk van de pH en de temperatuur. Het werkt snel en lang en het gas lost volledig op. Er moet wel aandacht zijn voor de eventuele vorming van chlooraat. Chloordioxide dringt door tot onder de biofilm in leidingen. Zo worden leidingen goed schoon, worden alle ziektekiemen gedood en wordt een heropflakking van de microbiële groei in het drinkwater voorkomen waardoor het recirculeren van water beter mogelijk wordt. Chloordioxide geeft een goede en langdurige waterontsmetting en verandert de smaak of geur van het water niet. Een eenvoudige doseerpomp volstaat om de oplossing in de waterleiding te doseren. De hoeveelheid oplossing is afhankelijk van de kwaliteit van het te zuiveren water.

## 2.4. Ozonisatie

Ozon is een zeer instabiel gas met sterk oxiderende eigenschappen dat wereldwijd wordt gebruikt in de behandeling van drinkwater en afvalwater. Omwille van de instabiliteit van de molecule wordt ozon ter plaatse aangemaakt, meestal door elektrische ontlading of eventueel via een UV-lamp. Het geproduceerde ozon wordt in het water geïnjecteerd. Een ozonontsmetter breekt alle organische

bestanddelen in het water af, inclusief micro-organismen, in tegenstelling tot bijvoorbeeld UV licht. Ozonisatie levert een volledige ontsmetting, maar de effectiviteit is moeilijk te controleren.

Ozon is echter een vrij dure ontsmettingstechniek en kent daardoor weinig toepassing in de Vlaamse land- en tuinbouw.

## 2.5. Langzame zandfiltratie

Een langzame zandfilter bestaat uit een waterdichte silo die gevuld is met achtereenvolgend een laag drainwater, een filterbed bestaande uit een zandlaag, een drainagesysteem (bestaande uit grindlagen en drainageslang) en een debietmeter. Een langzame zandfilter heeft naast de fysische werking een biologische werking. Wanneer het water door de zandfilter stroomt, wordt een biologisch actieve slijm laag afgezet. Aan de zandkorrels en de slijm laag worden organische stoffen geadsorbeerd die via oxidatie afgebroken worden. De antimicrobiële werking bestaat erin dat bacteriën en andere micro-organismen worden geadsorbeerd. Ze zijn een voedingsbron voor nuttige micro-organismen die voorkomen in de bovenste lagen van het filtermedium. Dit nuttige biologische leven produceert antagonistische stoffen zoals antibiotica die dodelijk zijn voor de pathogenen. Sporen van plantpathogenen bijvoorbeeld worden geadsorbeerd aan de zandkorrels en dan onder invloed van micro-organismen afgebroken. Langzame zandfiltratie is minder interessant wanneer grote volumes water ontsmet moeten worden, gezien de beperkte doorstromingsnelheid van 100-150 liter water/m<sup>2</sup> zandoppervlak.

Regelmatig onderhoud door het vernieuwen van de bovenste 2 cm zand, verlengt de levensduur van de trage zandfilter. Een temperatuur van 15-15°C moet aangehouden worden om biologische activiteit te garanderen.

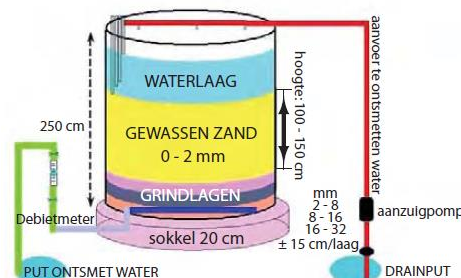


Figure 2: langzame zandfilter (Bron: lv.vlaanderen.be)

## 2.6. Elektrolytische ontsmetting

Elektrolyse is een chemische reactie waarbij onder invloed van een elektrische stroom samengestelde stoffen worden ontleed tot enkelvoudige stoffen en/of andere samengestelde stoffen. Bij de elektrolyse van water wordt, wegens het slechte geleidingsvermogen van zuiver water, een lage concentratie van natrium- of kaliumchloride gedoseerd. In de vloeistof worden twee elektroden gedompeld: de kathode en de anode. Tussen deze elektroden wordt een elektrische spanning aangebracht. Hierdoor zullen positief geladen deeltjes (kationen) naar de kathode bewegen en negatief geladen deeltjes (anionen) naar de anode. De oplossing aan de anode heeft een sterk desinfecterende en steriliserende werking. De oplossing aan de kathode is een antioxidantende en basische oplossing, meestal toegepast als schoonmaakmiddel. Bij gebruik van deze techniek moet wel aandacht besteed worden aan de mogelijke vorming van chlooraat.

ECA (Elektro Chemical Activated) water bevat bestanddelen van zowel anode als kathode en is een sterk oxiderende oplossing. ECA water wordt veelal gebruikt als een waterbehandeling en is in feite een potente mix van reeds bestaande technologieën zoals waterstofperoxide, ozon en chloor. Mede dankzij de hoge pH van het geproduceerde ECA water zijn de actieve bestanddelen in een stabiele vorm aanwezig. Dit geeft het product een lange bewaartijd. Voor het behandelen van water kan veelal worden volstaan met een dosering van 2-3 ml per liter water. De toename van de EC van het irrigatiewater, als gevolg van ECA water dosering, is in tegenstelling tot andere vergelijkbare systemen te verwaarlozen. Bovendien is het zout wat gebruikt wordt om het ECA water te produceren een meststof. (kaliumchloride). Ook wordt door de lage dosering de pH van het te behandelen water niet beïnvloed.

Tabel: Producten & technieken met hun (theoretische) voor- en nadelen.

|                                       | <b>Peroxide</b>                   | <b>Chloordioxide</b>        | <b>Elektrolytische<br/>ontsmetting</b> | <b>UV</b>          | <b>Ozon</b>                       | <b>Trage<br/>zandfiltratie</b>                                       |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--|--------------------|-----------------------------------|--|
| <b>pH</b>                             | pH- verlagend                     | pH-afhankelijk              | Optimale pH 6,5-8,5; pH-verlagend      | pH-onafhankelijk   | -                                 | -  |
| <b>Bacteriedodend</b>                 | Ja                                | Ja                          | Ja                                     | Ja                 | Ja                                | Ja   |
| <b>Biofilmafbrekend</b>               | Ja                                | Ja                          | Ja                                     | Neen               | Ja                                | Neen   |
| <b>Restdesinfectie</b>                | Ja                                | Ja                          | Ja                                     | Neen               | Ja                                | Neen   |
| <b>Niet-gewenste<br/>bijproducten</b> | Neen                              | Beperkt                     | Beperkt                                | Neen               | Neen                              | Neen   |
| <b>Smaakbeïnvloedend</b>              | Neen                              | Neen                        | Beperkt                                | Neen               | Neen                              | Neen   |
| <b>Corrosief</b>                      | Neen                              | Matig                       | Matig                                  | Neen               | Ja                                | Neen   |
| <b>Houdbaarheid</b>                   | Dalende<br>ontsmettingsactiviteit | Ter plaatse<br>aan te maken | Ter plaatse<br>aan te maken            | Levensduur<br>lamp | Ter<br>plaatse<br>aan te<br>maken | Regelmatig<br>reinigen en<br>temperatuur<br>van 10-15°C<br>aanhouden |

## 2.7. Bronnen

### Websites:

- [www.fertinnowa.com](http://www.fertinnowa.com)
- [www.waterportaal.be](http://www.waterportaal.be)
- [www.watertool.be](http://www.watertool.be)
- [www.glastuinbouwwaterproof.nl](http://www.glastuinbouwwaterproof.nl)
- [www.pcsierteelt.be](http://www.pcsierteelt.be)
- [lv.vlaanderen.be](http://lv.vlaanderen.be)

### Brochures en rapporten:

- Recirculatie van water in de glastuinbouw  
[http://www2.vlaanderen.be/landbouw/downloads/plant/recirculatie\\_water\\_glastuinbouw.pdf](http://www2.vlaanderen.be/landbouw/downloads/plant/recirculatie_water_glastuinbouw.pdf)
- Onderzoek naar de effectiviteit van ontsmettingsapparatuur en -middelen  
[https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/content/3Onderzoek/Effectiviteit\\_ontsmettingsapparaatuur\\_en\\_-middelen\\_eindrapport.pdf](https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/content/3Onderzoek/Effectiviteit_ontsmettingsapparaatuur_en_-middelen_eindrapport.pdf)
- Praktijkgids water in de land- en tuinbouw  
<https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/praktijkgids-water-de-land-en-tuinbouw>
- Fertinnowa Chapter 6: Optimising water quality – disinfection  
<http://www.fertinnowa.com/download/chapter-6-optimising-water-quality-disinfection/>

### 3. Waterfiltratie

In de aquacultuur is bij een RAS systeem sowieso waterfiltratie noodzakelijk om de door de vissen geproduceerde mest uit het water te verwijderen. Voor een dergelijke filtratie zijn onder andere bandfilters of zeefbochten passende technieken. Wanneer dit niet gebeurt kan het organisch materiaal bijvoorbeeld bezinken in de biofilter en verstoppingen veroorzaken. Ook in de glastuinbouw, waar voor fertigatie met dunne irrigatieleidingen en druppelaars wordt gewerkt die gevoelig zijn aan verstopping, is het belangrijk alle vaste deeltjes uit het water te verwijderen. Op een glastuinbouwbedrijf zijn hier vaak een snelle zandfilter en/of een zeefbocht aanwezig. Bij een samenwerking tussen aquacultuur en glastuinbouw zal het belangrijk zijn deze organische belasting uit het water te verwijderen om verstoppingen te vermijden en opdat de waterontsmetting zo effectief mogelijk kan verlopen.

#### 3.1. Scheiding op basis van zwaartekracht

##### 3.1.1. Bezinkingsbekken

Bezinking is gebaseerd op het verschil in massadichtheid tussen de vaste stoffen en het water. Om een optimale bezinking te bekomen is het noodzakelijk dat de turbulentie tot een minimum wordt herleid. Bezinkingstanks zijn zeer effectief indien ze goed ontworpen werden, zo niet kunnen stoffen heroplossen. Kleine opgeloste vaste stoffen ( $<100\ \mu\text{m}$ ) worden slecht verwijderd en bezonken stoffen blijven sowieso in de tank aanwezig tot deze gereinigd wordt. Bij lang stilstaan van het water kan denitrificatie optreden. Een bezinkingsbekken heeft een laag energieverbruik en is technisch een eenvoudige installatie. Het is daarnaast ook goedkoop in onderhoud. Het onderhoud is echter wel meer arbeidsintensief dan bij mechanische filtersystemen. Het grondoppervlak nodig voor een bezinkingstank is eerder groot.



Figure 3: Principeschets bezinkingsbekken (Bron: Vito)

##### 3.1.2. Lamellenbezinker

Een lamellenbezinker is een bijzondere, plaatsbesparende bezinker. Het eigenlijke scheidingsmechanisme bestaat uit een bezinker met een platenpakket binnenin en een verzamelstelsel voor bezonken slib op de bodem. Deeltjes die door de zwaartekracht contact maken met de lamellen, glijden langs de lamel verder naar beneden. Doordat de bezinkbare stoffen slechts een beperkt traject (enkele centimeters) moeten afleggen tussen twee platen, kan de installatie compacter gebouwd worden in vergelijking met een conventionele bezinker. Een lamellenbezinker wordt ook wel plaatbezinker genoemd.

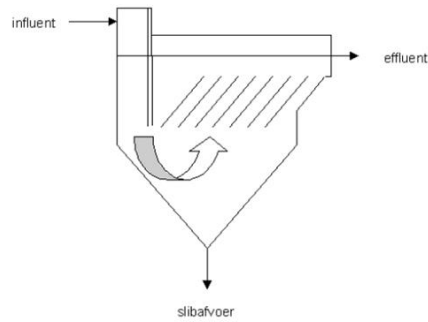


Figure 4: principeschets lamellenbezinker (Bron:)

### 3.1.3. Hydrocyclonen en wervelafscheiders

De stroom vloeistof of gas met vaste deeltjes wordt ingepompt in het cilindrische filterhuis waardoor deze stroom gaat ronddraaien. De vaste deeltjes (zoals zand) worden eerst langs de binnenkant van het cilindrische gedeelte en dan langs de binnenkant van het conische gedeelte weggedrukt. In het conische deel van de cycloon gaat de massa steeds sneller ronddraaien ten gevolge van de kleiner wordende diameter. Hierdoor blijven de vaste deeltjes tegen de wand gedrukt en worden ze na enige tijd uit de cycloon gedrukt door de opening aan het eind van het conische gedeelte. De deeltjes komen dus niet opnieuw in de aanvoer. Het overige materiaal verlaat de cycloon door een concentrisch geplaatste opening aan het eind van het cilindrische gedeelte.

Deze filters zijn gebaseerd op het principe van centrifugale sedimentatie. De stroom vloeistof met vaste deeltjes wordt tangentieel ingepompt in het cilindrische gedeelte waardoor deze stroom gaat ronddraaien. De vaste deeltjes (zoals zand) worden eerst langs de binnenkant van het cilindrische gedeelte en dan langs de binnenkant van het conische gedeelte weggedrukt. In het conische deel van de cycloon gaat de massa steeds sneller ronddraaien ten gevolge van de kleiner wordende diameter. Hierdoor blijven de vaste deeltjes tegen de wand gedrukt en worden ze na enige tijd uit de cycloon gedrukt door de opening aan het eind van het conische gedeelte. Het overige water verlaat de cycloon door een concentrisch geplaatste opening aan het eind van het cilindrische gedeelte. Een wervelafscheider kent een eenvoudig werkingsprincipe maar is toch vrij duur. De benodigde oppervlakte bedraagt slechts  $\frac{1}{4}$  van de oppervlakte nodig voor een bezinkingstank. Wervelafscheiders kunnen geen partikels  $<50 \mu\text{m}$  verwijderen.

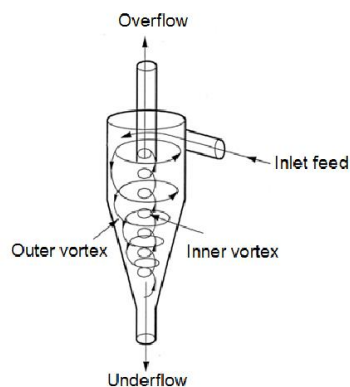


Figure 5: flow in een hydrocycloon. (Bron: Hosseini et al., 2015)

## 3.2. Scheiding op basis van captatie

### 3.2.1. Microzeefilters

Microzeefilters zijn bekleed met een filtergaas (30-100 $\mu\text{m}$ ) waarover het water gepompt wordt. De partikels blijven op het gaas kleven waardoor het regelmatig of continu gereinigd moet worden, bijvoorbeeld via terugspoelen.

#### 3.2.1.1. Drumfilter en discfilter

Bij de drum- en discfilter wordt het vuile water in de draaiende trommel gepompt. Het water stroomt door het filtergaas naar buiten, terwijl de partikels worden tegen gehouden. Een continu terugspoel-systeem zorgt voor de reiniging van het filtergaas. Beide filtersystemen zijn compact en vragen weinig onderhoud. De discfilter heeft wel een groter filteroppervlak dan de drumfilter en kent een lagere investeringskost. De filters zijn echter niet geschikt voor het verwijderen van erg kleine partikels (<30 $\mu\text{m}$ ).

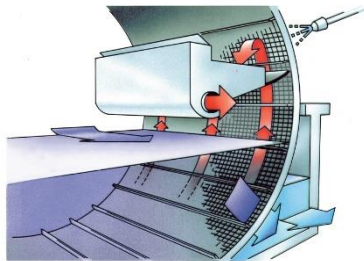


Figure 2: drumfilter (bron: Akvagroup)

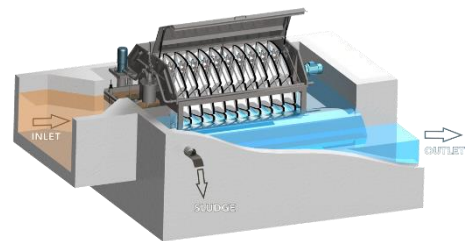


Figure 3: Discfilter (bron: Disc-filter)

#### 3.2.1.2. Bandfilter

De bandfilter werkt volgens hetzelfde principe als de drum- en discfilter. Het filtergaas is echter niet op een trommel bevestigd maar op een lopende band. Ook bandfilters hebben een lage onderhoudskost en zijn kosteneffectief bij grote waterstromen. Ze zijn echter ook niet geschikt voor het verwijderen van kleine partikels (<30 $\mu\text{m}$ ). Bij een kleine waterstroom zijn ze dan weer aan de dure kant.

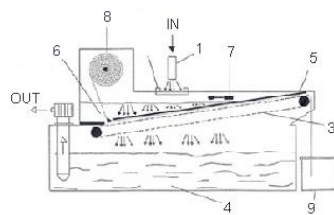


Figure 4: Bandfilter (Bron: Filtermat)

#### 3.2.1.3. Zeefbocht

De statische zeefbocht is een eenvoudige mechanische filter. Het filteroppervlak heeft een parabolische vorm, het voordeel hiervan is dat het vuil vanaf de zeef naar beneden glijdt terwijl het water er doorheen valt. Hierdoor is het gemakkelijk om het vuil van de zeef te verwijderen, dit kan eventueel door borstels gebeuren.

Het afval van de zeef kan worden opgevangen in een eenvoudige bak of container. Een zeefbocht



brengt extra zuurstof in het water, maar is wel vrij duur. Zeefbochten zijn niet geschikt voor het verwijderen van erg kleine deeltjes (<math><30\mu\text{m}</math>).

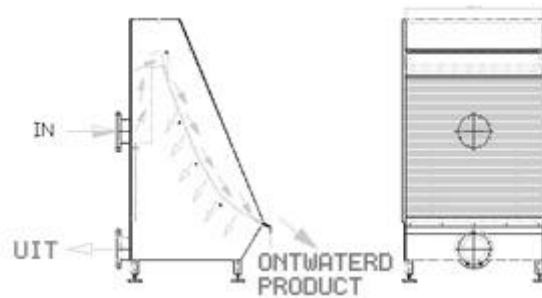


Figure 5: Zeefbocht (Bron: Waterportaal)

#### 3.2.1.4. SAF filter

SAF-filters zijn zelfreinigende filters die naargelang het type deeltjes tot  $10\ \mu\text{mol}$  kunnen verwijderen. Het spoelen van de filter gebeurt d.m.v. meerdere zuigmondjes (nozzles) die spiraalsgewijs het hele scherm schoonmaken. Tijdens dit reinigingsproces kan de filtering echter gewoon blijven doorgaan. Niettegenstaande het reinigen van de filter frequenter gebeurt dan bij een snelle zandfilter wordt er door de manier van reinigen heel wat minder spoelwater gevormd.

### 3.3. Scheiding via granulaire media

#### 3.3.1. Snelle zandfiltratie

Zandmediafilters worden als primaire filter (na een eventuele voorzeving) gebruikt om relatief grote hoeveelheden organisch en niet-organisch vast materiaal te verwijderen. Zandmediafilters zijn goed bruikbaar als hoofdfilter, wanneer veel organisch materiaal in het uitgangswater aanwezig is. Een snelle zandfilter is een voorbeeld van filtratie via granulaire media, er bestaan diverse soorten van dit type filters waarvan enkel de snelle zandfiltratie hier besproken wordt. Deze filtertechniek wordt veelvuldig gebruikt in de tuinbouw.

Een zandmediafilter is gevuld met zand of andere vaste deeltjes als gebroken graniet of silica materiaal. Meestal loopt het water verticaal van boven naar beneden door de filter. Bovenin de tank is een soort sproeisysteem voorzien om het ongefilterde water beter te verdelen over het filtermedium. Onderaan de tank is een drainagescherm aangebracht om het gefilterde water door te laten en het filtermedium tegen te houden. Boven de drain ligt een laag grind.

Terugspoelen is nodig om de filters te reinigen. Als de filters regelmatig teruggespoeld worden blijven de meeste verontreinigingen in de bovenste centimeters van het zandmedium. Terugspoeling kan manueel of automatisch, op basis van tijd of druk.





Figure 6: Snelle zandfilter (Bron: Waterportaal)

### 3.4. Bronnen

#### Websites:

- <http://www.fertinnowa.com/>
- <https://www.waterportaal.be>
- <https://www.lenntech.nl>
- <https://www.emis.vito.be>
- <http://www.revaho.nl/>

#### Brochures en rapporten:

- Zero Output Recirculating Aquaculture System (ZEROS)  
[https://www.ilvo.vlaanderen.be/Portals/68/documents/Mediatheek/Mededelingen/150\\_Ein\\_drapport\\_Zeebaars.pdf](https://www.ilvo.vlaanderen.be/Portals/68/documents/Mediatheek/Mededelingen/150_Ein_drapport_Zeebaars.pdf)
- Fertinnowa Chapter 4: Optimising water quality – Particle removal  
<http://www.fertinnowa.com/download/chapter-4-optimising-water-quality-particle-removal/>

#### 4. Toedienen van coagulatie- en flocculatiemiddelen aan de slibfractie

Bij het sluiten van de waterkringen in de zoetwateraquacultuur, moet ook een oplossing gezocht worden voor de overblijvende slibfractie van de aquacultuur. Gezien het hoge watergehalte (drogestofgehalte van 1 à 2%) van de slibfractie van de viskwekerij wordt deze afvalstroom aangeduid als spuislib. Het lage drogestofgehalte bemoeilijkt de toepassing in courant gebruikte mestverwerkingstechnieken. Verder indikken van deze mestfractie kan bijvoorbeeld via coagulatie en flocculatie. Dit brengt natuurlijk een extra kostprijs met zich mee die afhankelijk van de toepassingsmogelijkheden na indikken te rechtvaardigen valt. Ingedikt slib kan afhankelijk van de samenstelling gebruikt worden als meststof in de landbouw, als basis voor biogas productie of verbrand worden voor de productie van groene stroom.

Bij coagulatie/flocculatie wordt aan het water een chemicalie (vlokmiddel) toegevoegd met als doel om kleine zwevende deeltjes te verwijderen die normaal niet direct door bezinking, flotatie of zandfiltratie afgevangen kunnen worden. Het coagulatie-/flocculatieproces vindt plaats in tanks waarbij veel aandacht moet worden besteed aan mengenergie (zodat vlokmiddel en zwevende deeltjes goed met elkaar in contact komen) en verblijftijd. Een pijpflocculator vormt een alternatief op het gebruik van tanks. Hier gaat het proces van coagulatie en flocculatie door in buizen.

##### 4.1. Coagulatie

**Coagulatie** is het proces waarbij door toevoegen van chemicaliën (bijv. driewaardig ijzer) de afstoting tussen de zwevende (colloïdale) deeltjes wordt verlaagd en waardoor deeltjes kunnen samenklonteren (intensieve menging water en chemicalie vereist, korte verblijftijd).

Het coagulatieproces verloopt optimaal bij een neutrale pH, daarom is vaak een pH correctiestap vereist na coagulatie, meestal door de dosering van kalkmelk of NaOH. Door deze dosering worden er hydroxiden gevormd en zal er een slibfractie gevormd worden. Deze slibfractie bevat dan de colloïdale deeltjes.

##### 4.2. Flocculatie

De vlokken die bij coagulatie ontstaan zijn klein en kunnen alleen verder groeien door rustig te roeren zodat deeltjes verder samen kunnen klonteren: **flocculatie** (rustige menging en langere verblijftijd). Om het flocculatieproces te verbeteren kunnen vlokhelpmiddelen worden gedoseerd (zoals polyelektrolyten: PE).

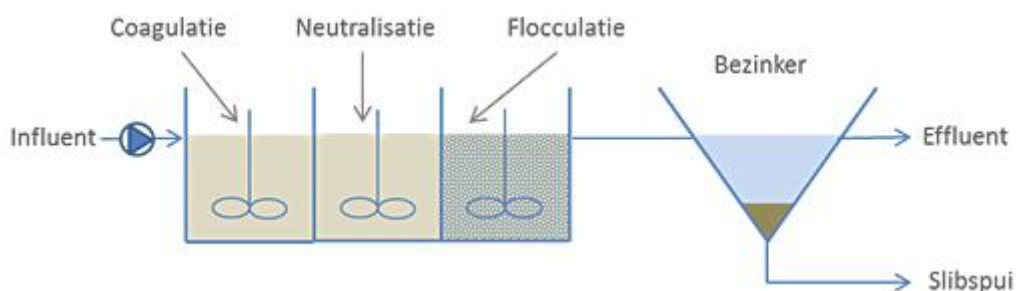


Figure 6: Principeschets van continue coagulatie/flocculatie in gemengde tanken

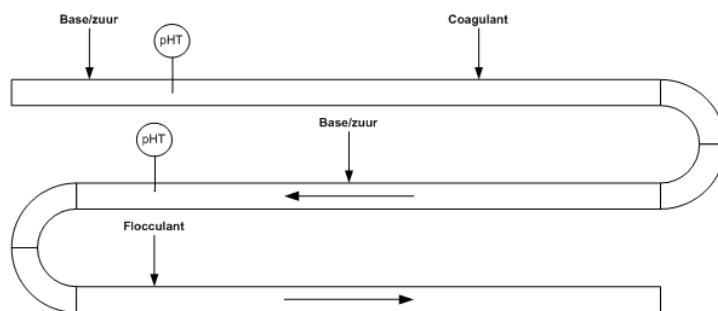


Figure 7: Principeschets van een pijp- of buizenflocculator (Bron: Vito)

#### 4.3. Bronnen

##### Websites:

- <https://emis.vito.be/>
- <http://www.logisticon.com/nl/coagulatieflocculatie>
- <http://www.milieufocus.nl/>
- <http://pcawater.com/>

##### Brochures en rapporten:

- Nederlanders passen kennis van aquacultuur en afvalwaterzuivering toe in Kroatië  
<http://edepot.wur.nl/343257>

## 5. Aerobe en anaerobe vergisting

Om van volledige kringloopsluiting in de zoetwateraquacultuur te kunnen spreken, moet ook de slibfractie verder gevalideerd worden. Zoals eerder vermeld kan deze toepassingen vinden als meststof in de landbouw, dan is het wel belangrijk om meer info te hebben over de exacte samenstelling. In Vlaanderen is in het VLAREMA opgenomen wat het maximumgehalte aan verontreinigde stoffen mag zijn in je basisproduct (hier dus de slibfractie) om deze te mogen gebruiken als meststof. Ook voor de productie van biogas of groene stroom kan de slibfractie gebruikt worden.

Via vergisting zet een consortium van verschillende soorten micro-organismen biomassa en organisch afval om naar biogas, een mengsel van methaan ( $\text{CH}_4$ ), koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ ) en kleinere bestanddelen ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,...) Methaan is een energiedragend gas dat in een verbrandingsmotor kan worden omgezet naar stroom, warmte of mechanische arbeid.

### 5.1. Anaerobe fermentatie

Anaerobe vergisting is in eerste plaats een microbiologisch fermentatieproces waarbij complexe moleculen afgebroken worden tot eenvoudiger producten zoals alcohol,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , vluchtige vetzuren, e.d. Door het proces van anaerobe vergisting kan biogas geproduceerd worden. Dit biogas kan dan energetisch gevaloriseerd worden door verbranding met productie van warmte en/of elektriciteit.

Na vergisting blijft een restmassa over, wat het digestaat wordt genoemd. Dit digestaat kan na verdere verwerking afzet vinden in de landbouw als meststof of bodemverbeterend middel.

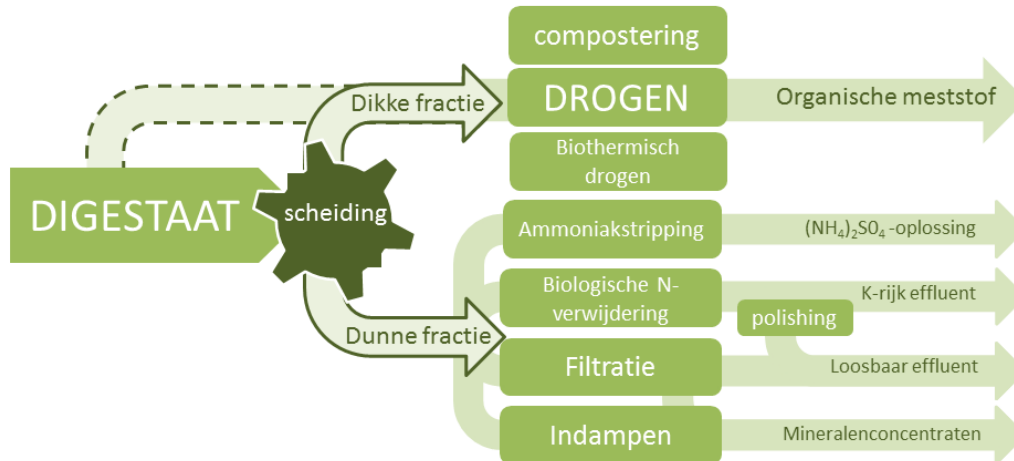


Figure 8: Mogelijke verwerkingsprocessen van digestaat (Bron: Biogas-E)

### 5.2. Aerobe vergisting

Bij de aanwezigheid van zuurstof spreken we over een aeroob proces, aerobe fermentatie. In dit proces zijn andere micro-organismen betrokken, namelijk micro-organismen die zuurstof nodig hebben.

### 5.3. Bronnen

Websites:

- <https://www.biogas-e.be>
- <http://www.ovam.be>
- <http://biobasedeconomy.nl>

## 6. Selectieve natriumverwijdering

Voor vissen, en alle dierlijk leven, is natrium een essentieel voedingselement. Voor planten is natrium geen essentieel element, het wordt slechts in heel kleine hoeveelheid opgenomen en draagt niet bij tot de plantgezondheid of ontwikkeling. In een recirculatiesysteem gaat het teveel aan natrium opstapelen in het water. Bij een te hoge concentratie kan dit schadelijke gevolgen hebben voor de plant: de kwaliteit en de opbrengst zijn suboptimaal.

Wanneer voor het aanmaken van de voedingsoplossing gebruik gemaakt wordt van regenwater en zoutarme meststoffen vormt natrium niet snel een probleem. In een aquaponicsysteem bevat het water voor aanmaak van de voedingsoplossing sowieso een zekere concentratie aan natrium, aangezien niet alle natrium door de vissen wordt opgenomen. Wanneer het voedsel van de vissen vismeel bevat, is de concentratie natrium in het restwater vaak ook hoger dan wanneer geen vismeel toegevoegd wordt aan het voeder. Een carnivore vis is daarom minder geschikt voor een aquaponicsysteem dan een omnivore vis of een vis die vegetarisch gevoed kan worden.

Om het restwater van de vissen zo natriumarm mogelijk te maken vóór toepassing in de plantenteelt, kan gebruik gemaakt worden van een systeem voor natriumverwijdering. Het is belangrijk dat de verwijdering van natrium selectief gebeurt om zoveel mogelijk nuttige nutriënten te sparen. Er zijn reeds een aantal systemen voor selectieve natriumverwijdering beschikbaar. Hieronder een overzicht van een aantal systemen en het werkingsmechanisme.

### **Ionenuitwisseling**

Een ionenwisselaar bestaat uit een behuizing gevuld met kunsthars, waarmee ongewenste ionen uit een waterige stroom worden verwijderd door ze uit te wisselen met minder schadelijke ionen. Naast de verwijdering van deze ongewenste ionen kan met deze techniek ook de terugwinning van waardevolle ionen nagestreefd worden. Een kationuitwisselaar bevat een hars die alle kationen uit de te zuiveren stroom filtert, een anionuitwisselaar bindt alle anionen uit de te zuiveren waterstroom. Door gebruik van een regeneratievloeistof kunnen de nuttige ionen terug gewonnen worden, om zo een zo selectief mogelijke verwijdering te bekomen.

### **Membraantechiek**

Een membraan maakt gebruik van het verschil in grootte tussen verschillende ionen om een selectieve verwijdering te bekomen. Omdat sommige ionen qua grootte erg op elkaar gelijken, is het soms moeilijk om een selectieve verwijdering te bekomen door toepassing van enkel een membraan.

### **Elektrodialyse**

Bij elektrodialyse wordt gebruik gemaakt van een spanningsveld om een onderscheid te maken tussen positief (kationen) en negatief (anionen) geladen deeltjes in de waterstroom. Een combinatie van elektrodialyse en een selectief membraan kan zorgen voor een goede selectieve verwijdering, op basis van lading en deeltjesgrootte.

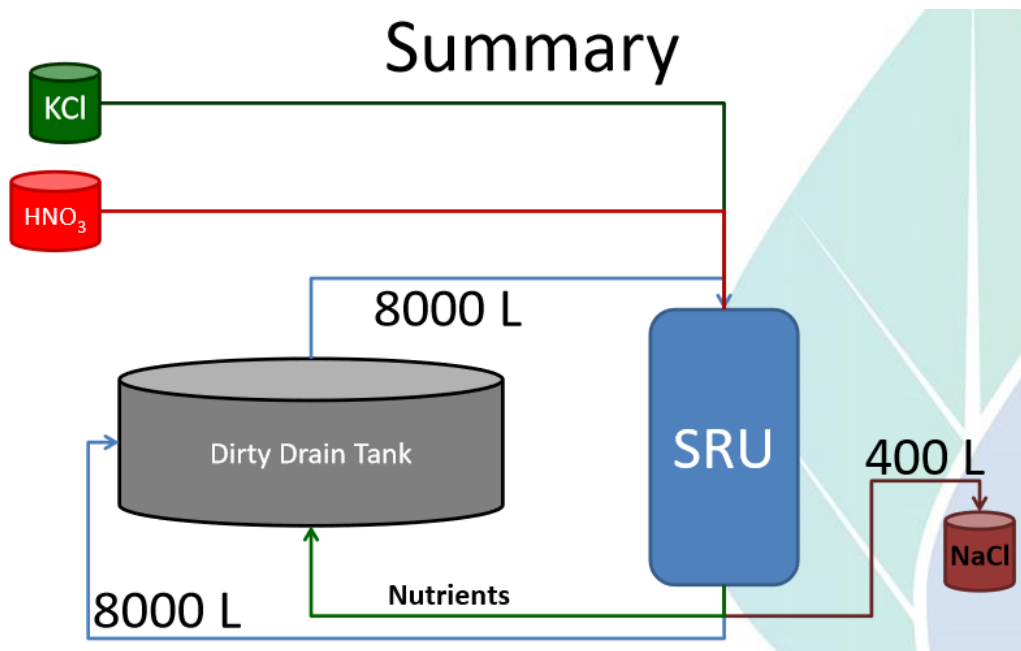
### **Omgekeerde osmose**

Bij omgekeerde osmose drukt een pomp een hoog geconcentreerde vloeistof door een membraan. Door een druk toe te passen op het hoog geconcentreerde ionair water dat groter is dan de osmotische druk wordt het zuiver water geforceerd om doorheen het membraan te diffunderen naar de zijde met lage concentratie aan ionen. Dit proces noemt omgekeerde osmose. De grootte van deze druk hangt af van de concentratie aan ionen in de voeding.

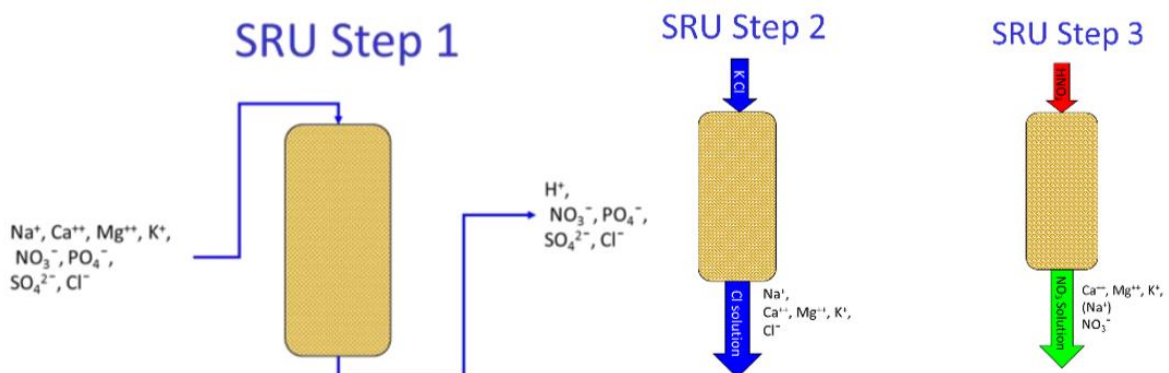
### 6.1. SRU – sodium removal unit van Optima Agrik

De selectieve natriumverwijderaar van Optima Agrik werkt volgens het principe van ionenuitwisseling. De te zuiveren waterstroom gaat eerst over een hars waar de kationen ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) aan binden, in plaats daarvan komt  $H^+$  in oplossing. Het  $H^+$  moet geneutraliseerd worden door het te laten reageren met  $HCO_3^-$  met vorming van  $H_2O$  en  $CO_2$ . Over de hars waar de kationen op gebonden zijn, wordt een oplossing van  $KCl$  gebracht.  $Na$  is het zwakst gebonden aan de hars en zal dus snelst reageren met deze oplossing met vorming van  $NaCl$ . Op deze manier kan tot 80% van het natrium uit het systeem verwijderd worden. De resterende kationen worden van de hars gehaald door toevoegen van  $HNO_3$ , waardoor opnieuw  $H^+$  ionen op de hars gebonden worden zoals bij de uitgangssituatie. Er kan nu gestart worden met het zuiveren van een nieuwe waterstroom.

Per 8000L te zuiveren water, wordt 400L natrium rijk water geproduceerd dat als afvalfractie beschouwd wordt.



Figuur 9: schematische voorstelling van de werking van de selectieve natrium verwijderaar (sodium reduce unit)



## 6.2. De Poseidon Sodium Remover van Moor filtertechniek (Van der Ende Group)

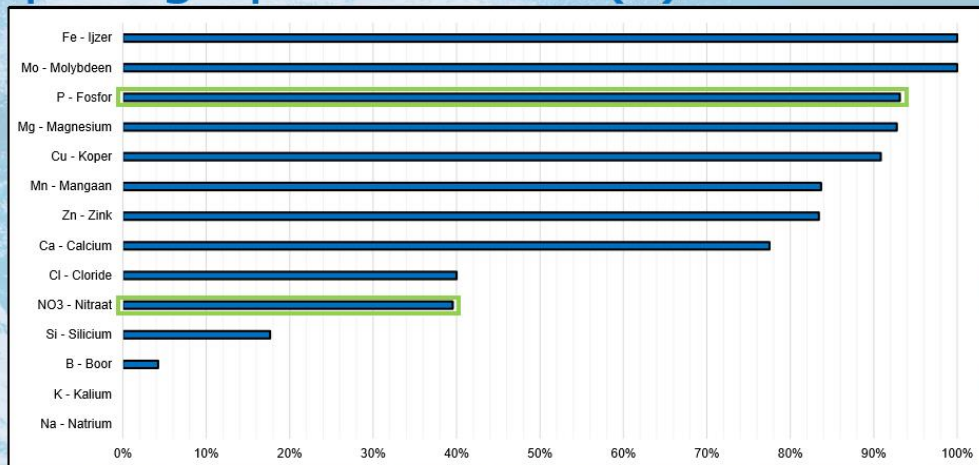
Eind 2017 bracht Moor filtertechniek de Poseidon op de markt. Deze installatie verwijdert natrium en resten van gewasbeschermingsmiddelen uit de waterstroom. Het verwijderen van natrium gebeurt met een nanofiltratiemembraan. Na de membraanfiltratie is er een stroom water nagenoeg zonder natrium en een natriumrijke stroom. Deze natriumrijke waterstroom kan nog verder geconcentreerd worden via omgekeerde osmose. De Poseidon verwijdert naast natrium ook al het kalium uit het water: de iongrootte van deze elementen is ongeveer even groot, waardoor het nanomembraan deze niet selectief kan verwijderen. Daarnaast wordt ook tot 60% van het nitraat verwijderd. De Poseidon wordt voor verschillende debieten geproduceerd. Wanneer gewerkt wordt met een installatie die 1.25m<sup>3</sup> per uur kan filteren, dan wordt 0.25m<sup>3</sup> per uur natriumrijk water geproduceerd. Een Poseidon die 2.5m<sup>3</sup> per uur filtert, produceert 0.5m<sup>3</sup> afvalwater, bij een filtering van 3m<sup>3</sup> per uur, wordt 0.75m<sup>3</sup> afvalwater geproduceerd. Een voorbeeld waarbij de snelheid van filteren gesimuleerd wordt, is weergegeven in onderstaande figuur.



*Figuur 10: de Poseidon van Moor filtertechniek voor verwijderen van natrium en resten van gewasbeschermingsmiddelen*



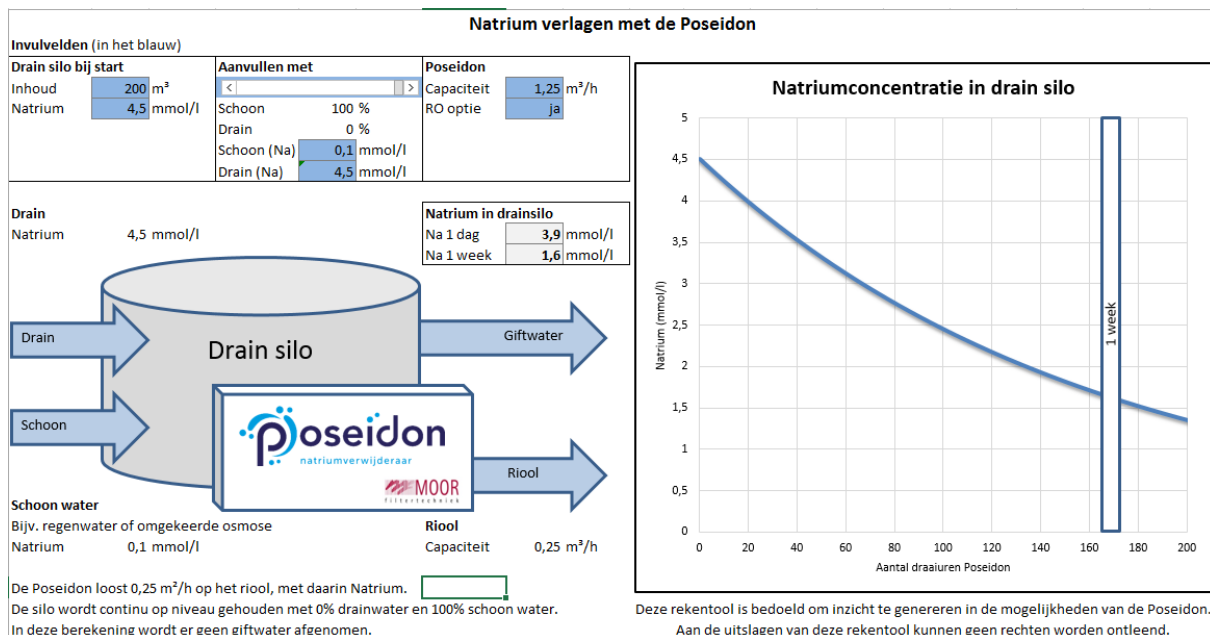
# Besparing op nutriënten (1)



Op basis van testgegevens, exacte uitkomsten zijn bedrijfsafhankelijk



Figuur 11: nutriëntenbesparing bij toepassen van de Poseidon



Figuur 12: simulatie van snelheid van filteren met Poseidon

## 6.3. Ontwikkeling van een membraan voor selectieve natriumverwijdering

Natrium uit water filteren met een membraan, kan momenteel nog maar beperkt selectief. Omdat de ionen van kalium en natrium nagenoeg even groot zijn, is het erg moeilijk om een selectief membraan te ontwikkelen. Terwijl het net wel erg interessant is om het kalium zoveel mogelijk te kunnen sparen bij de verwijdering van natrium. Binnen een project in Nederland wordt gewerkt aan de ontwikkeling van een dergelijk selectief membraan. Wetsus, Technische universiteit Delft,

meststoffenfabrikant Yara en glastuinbouwbedrijf Van der knaap werken hiervoor samen. Momenteel wordt focust het onderzoek zich op een elektro dialyse, gecombineerd met een membraan dat een hoge natrium boven kalium selectiviteit heeft. Het membraan is momenteel nog niet beschikbaar voor praktijktoepassingen.

#### 6.4 Bronnen

Websites:

- [www.fertinnowa.com](http://www.fertinnowa.com)
- <https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/substraat/gietwater/nieuws/onderzoek-naar-selectieve-natriumverwijdering-start-1-juli-2013/pagina/9/>
- <https://www.vanderendegroep.nl/downloads/product/3502/8d5d75b17370230/Moor%20folder%20Poseidon-2.pdf>
- <https://www.tkiwatertechnologie.nl/project/selectief-natrium-verwijderen-uit-gietwater/>
- [www.wetsus.nl](http://www.wetsus.nl)
- [emis.vito.be](http://emis.vito.be)



