

DOSSIER **Zuiver water en biomassa dankzij algenteelt**

IS ALGENTEELT BIJ ONS EEN HAALBARE KAAART?

Algenteelt heeft grote toekomstmogelijkheden, maar welke soorten en welke teeltsystemen zijn technisch en economisch haalbaar en ecologisch interessant in Noordwest-Europa? Dit wordt de komende jaren binnen het project Energetic Algae onderzocht. – *Han Vervaeren, Howest*

Algen zijn de primaire producenten van onze planeet. Ze doen dit tot vijfmaal efficiënter dan de meeste landplanten. Ze geven zuurstof aan onze atmosfeer en creëren biomassa, die door talloze dieren kan worden gebruikt. Algen zijn ook zeer divers qua samenstelling en je vindt ze bijna overal waar voldoende water en zonlicht voorhanden zijn: zeeën, meren, beken, dijken en pieren, straten en gebouwen ...

In tegenstelling tot land- en tuinbouwgewassen, worden algen momenteel nog veel minder nuttig gebruikt. Het is dus hoog tijd om de mogelijkheden van algen te ontdekken. Hiertoe moeten er wel nog vele vragen worden beantwoord. Welke algen zijn het best geschikt voor welke streken? Hoe worden ze geoogst? Kan je



Op het onderzoekscentrum AlgaePARC bevinden zich deze gesloten horizontale fotobioreactoren voor microalgenteelt (zie pagina 38).

Algenteelt kan een nieuwe landbouwtak worden in Noordwest-Europa

ze rechtstreeks gebruiken of moet je eerst de algenbiomassa behandelen? Met welke techniek teel je ze en wat heb je nodig om dit te realiseren?

EnAlgae-project

Momenteel trachten 19 universiteiten, onderzoeksinstituten en bedrijven uit Noordwest-Europa een aantal van deze vragen zo goed mogelijk samen te beantwoorden. EnAlgae, de naam van het Interreg IVB NWE-project, staat voor *Energetic Algae*. In tegenstelling tot wat de naam doet vermoeden, draait het project niet enkel rond algen voor energietoepassingen.

Een nieuwe landbouwtak?

Het projectteam zal een datanetwerk oprichten met onder meer een inventarisatie van alle algeninstallaties in Noordwest-Europa en hun doeleinden. "Zelf heeft het projectteam 9 pilotinstallaties van zowel zoet- als zoutwateralgen en dit voor uiteenlopende toepassingen", zegt Shaun Richardson, projectleider van de Swansea University in Wales. "Tevens wordt de wetgeving doorzocht naar hiaten rond algenteelt, worden locaties in kaart gebracht waar algenteelt veelbelovend is en codes voor de goede praktijk voor algenteelt opgesteld. Al deze informatie zal gebundeld en toegankelijk worden gemaakt voor onder andere land- en tuinbouwers, want de

uiteindelijke doelstelling is duidelijk. Algenteelt en de toepassingen ervan moeten bijdragen aan de economische ontwikkeling en een integraal deel worden van onze Noordwest-Europese economie." ■

PROJECT ENALGAE

Voor meer info over dit project kan je terecht bij de afdeling Industriële wetenschappen Milieukunde van Howest, Hogeschool West-Vlaanderen, Graaf Karel de Goedelaan 5, Kortrijk, tel. 056 24 12 12 of sofie.van.den.hende@howest.be.
Info www.enalgae.eu



VAN MICRO TOT MACRO, VAN ZOET TOT ZOUT

Er bestaat een grote diversiteit aan algen: van microalgen tot macroalgen en van zoetwater- tot zoutwateralgen. Maar ook de teeltsystemen zijn heel divers. Er worden algen geteeld in kustwater, in openvijversystemen en zelfs in gesofisticeerde fotobioreactoren. – *Veerle Beelen, Howest*

De schattingen over het aantal soorten algen lopen uiteen tussen 200.000 en 800.000. Daarvan zijn er tot nu toe maar een paar tienduizend beschreven. Hiervan worden slechts enkele tientallen soorten commercieel gebruikt. Algen zijn in 2 grote groepen op te delen: macroalgen en microalgen.

Microalgen

Microalgen zijn kleine eencellige algen, meestal tussen 1 en 50 micrometer groot. Ze groeien als individuele cellen of als kleine groepjes van een paar cellen samen. Ze worden geteeld om er hoogwaardige producten zoals pigmenten, omega-vetzuren, antioxidanten en enzymen uit te extraheren, vooral voor de cosmetische, farmaceutische en voedingsindustrie. Ook kan er bioplastic van

gemaakt worden. Sommige microalgen produceren zelfs rechtstreeks waterstof. Andere kunnen omgezet worden tot bio-energie zoals biogas (methaan), biodiesel of bio-ethanol. Voor dit laatste worden ze vaak 'het groene goud' genoemd. De vraag is natuurlijk of dit inderdaad zo rendabel is.

Om microalgen te kunnen telen zijn licht, warmte, CO₂ en nutriënten nodig. Hiervoor kunnen ook afvalwater, restwarmte en rookgas van industrie of landbouw worden gebruikt. Dit heeft een dubbel voordeel: het afvalwater wordt gezuiverd en men produceert er biomassa mee. Cijfers rond de productiviteit van microalgen op grote schaal zijn schaars. Meestal is hun productiviteit wel hoger dan die van andere landbouwgewassen. Algen kunnen tot 25 ton droge stof/ha

.....
Microalgen kan je kweken in open vijvers of in halfopen of gesloten systemen die fotobioreactoren worden genoemd.

per jaar opleveren. Dit is veel in vergelijking met klassieke landbouwgewassen. Microalgen kan je kweken in 2 systemen: open vijvers en halfopen of gesloten systemen die fotobioreactoren worden genoemd. In de ondiepe open vijvers wordt het water continu in beweging gehouden, zodat de algen voorzien worden van licht en nutriënten. Meestal wordt hiervoor een

schoepenrad of een roerpomp gebruikt. Deze vijvers hebben een relatief lage investeringskost en zijn op technisch vlak niet ingewikkeld. De opbrengst per reactorvolume bij een open vijver is vaak lager dan bij een gesloten systeem.

enkele tientallen meters lang worden. Zeewieren worden gegeten, vooral in Azië. Denk maar aan de Japanse sushi. Het is een belangrijke bron van eiwitten, vitamines, mineralen, ijzer, sporenelementen, omega 3- en omega 6-vetzuren



Macroalgen of wieren kunnen worden geteeld op lijnen in zee. Op de foto op p. 37 zien we een onderzoeker van de National University of Ireland een dergelijke lijn binnenhalen.

Fotobioreactoren zijn transparante buizen, platen of zakken waarin de algen worden rondgepompt (zie foto p. 36). Bij gesloten systemen is de lichtinval per alg groter en zijn de groeiomstandigheden beter te sturen. Voor deze systemen is de investering stukken hoger en de reactoren zijn moeilijker te onderhouden. Gesloten systemen zijn nog volop in ontwikkeling.

Macroalgen of wieren

Macroalgen of wieren zijn meercellige algen die zich (meestal) op de bodem vasthechten. Sommige soorten kunnen

en antioxidanten. Ook wordt er agar (dikmiddel) van gemaakt. Zeewieren kunnen gewoon aan de kust verzameld worden, maar vanaf de zeventiende eeuw werden ze ook geteeld aan lijnen (zie foto hierboven) of op netten. Eerst worden ze gezaaid, nadien worden de zaailingen op de lijnen of netten geënt. Wieren zoals de groene zeesla (*Ulva* spp.), de suikerkelp (*Laminaria saccharina*) en de rode Nori (*Porphyra* spp.) worden al geteeld en gegeten. Zoetwateralgen worden nog niet geteeld op grote schaal. ■

ZEEWIERTEELT EN ENALGAE

Ook binnen het EnAlgae-project onderzoeken een paar partners de mogelijkheden van zeewierteelt in Europa. National University of Ireland, Centre d'Etude et de Valorisation des Algues en Queen's University Belfast trachten alle facetten van zeewierteelt te optimaliseren op hun proefveldjes op zee. Vooral de economische

rentabiliteit en duurzaamheid wordt onderzocht. Dit gaat van zaaien, telen en oogsten tot het valoriseren van de biomassa. Terwijl zeewierteelt in Frankrijk, Engeland en Ierland wel gekend is, komt het aan de Vlaamse kust nog niet voor.

Deze studiereis werd georganiseerd door Howest binnen het project EnAlgae en door het Vlaams Algen Platform.

Science @ AlgaePARC

AlgaePARC staat voor *Algae Production and Research Center*, een onderzoekssite van de Universiteit Wageningen. Het doel is om kennis en technologie te ontwikkelen voor de duurzame productie van microalgen op industriële schaal.

Er staan verschillende reactoren voor microalgenteelt: een open vijver van 4,80 m³ (24 m² en 0,2 m diep) met schoepenrad, een horizontale buisreactor van 0,5 m³ en een verticale buisreactor van 1,3 m³. Ook wordt een Belgische gepatenteerde algenreactor uitgetest: de vlakke plaatreactor van Proviron. In een kunststof zak van 0,3 m³ met water worden in kleine vlakke plaatjes algen geteeld. "Doordat deze reactoren samen staan, kunnen we de verschillende reactortypes nu gemakkelijk vergelijken voor een aantal technische, economische en duurzaamheids-criteria", vertelt prof. Packo Lamers.

Accres: buiten of in een serre ?

Het praktijkcentrum Accres of *Application Center for Renewable RESources* is een toepassingscentrum voor duurzame energie en groene grondstoffen in Lelystad. Het is verbonden met de Universiteit Wageningen. Naast een co-vergistinginstallatie, bio-ethanolinstallatie, veestal en gasopwerkingsysteem, zijn er sinds vorig jaar ook 2 grote algenvijvers van elk 250 m³. "Algae Food & Fuel (AF&F) bouwde hier een bassin buiten en een ander in een serre. We willen vergelijken wat het interessantste is", zegt prof. Rommie van der Weijde. Er werd al onderzocht of *Athrospira* sp. (beter gekend als spirulina) en een mix van lokale microalgen op rookgas en digestaat kunnen groeien. Een optimale groei werd bekomen wanneer 20% van de stikstofbehoefte van digestaat kwam. Binnen EnAlgae wordt er zowel een economische als een marktstudie uitgevoerd. De eerste resultaten schatten de kostprijs van algenproductie op 12 euro per kg droge stof, met een *return on investment* van 39% en een terugverdientijd van 2,5 jaar. Zonder digestaat, rookgas en warmteterugwinning zou dit 18 euro per kg bedragen. De terugverdientijd zou dan 4 jaar zijn.



© HOWEST

OP BEZOEK BIJ NEDERLANDSE ALGENTEELERS

Eind mei vorig jaar trok een veertigtal deelnemers uit de onderzoeks-, beleids- en bedrijfs wereld naar Nederland om er algenteelt op piloot-, demonstratie- en commerciële schaal te bekijken. Naast het onderzoekscentrum AlgaePARC, werden ook de algenvijvers van het landbouwbedrijf Kelstein en het praktijkcentrum Acres bezocht. – *Sofie Van Den Hende, Howest*

Van algenvijver tot algenliksteen

In het Friese Hallum wordt op een innovatieve manier samengewerkt om reststromen die gebruikelijk zijn bij de veehouderij te benutten. Het landbouwbedrijf Kelstein van de familie Zylstra verbindt er 3 branches: melkvee, biogas en algenteelt. Met een melkrobotsysteem voor 110 melkkoeien wordt er ruim 1 miljoen l melk per jaar geproduceerd. Door het gebruik van gepasteuriseerd digestaat van de co-vergistingsinstallatie wordt er sinds 2006 geen kunstmest meer gebruikt op de 60 ha grasland. Het biogas dat afkomstig is van de vergisting van mest

en coproducten, wordt gebruikt voor de productie van groene stroom en warmte. In 2008 is Kelstein gestart met microalgenteelt in samenwerking met AF&F.

.....
Nederland telt 10 keer meer algenreactoren dan België.

“Om het geheel rendabel te maken, gebruiken we geen dure fotobioreactoren zoals buissystemen, vlakke platen of

zakken”, stelt Arthur Kroon van AF&F. “Grote nadelen van deze systemen zijn het beperkte volume, de grote investeringskosten, het hoge energieverbruik en de lage isolatie. We kozen voor een combinatie van binnen- en buitenteelt met een mix van lokale microalgen.” “Momenteel worden de microalgen geteeld op kunstmest”, voegt landbouwer Douwe Zylstra eraan toe. “Maar in de toekomst willen we digestaat gebruiken. Er zijn echter nog heel wat knelpunten die eerst opgelost moeten worden” Zylstra vertelt dat volgens de Nederlandse wetgeving algen beschouwd worden als



1 Op Kelstein wordt een mix van lokale microalgen voorgeteeld in een open tank van 1,5 m diep in een serre. De microalgen worden extra verlicht met rode ledlampjes om sneller te groeien. Rookgas wordt in de verwarmde tank geborreld. Nadien worden de algen in open vijvers gepompt en verder geteeld (zie foto p. 39). 2 Microalgen worden geoogst door ze over een lamellenscheider 'coalescer' te pompen. Hierin vlokken en bezinken ze. 3 De bezonken microalgen worden afgescheiden met een centrifuge, zodat een microalgenpasta overblijft. Die wordt met zout vermengd (50 %) en gedroogd. 4 Na het drogen worden de algenzoutkorrels vermalen en gezeefd tot poeder. Dat wordt verwerkt tot algenliksteen, algenhoefspray, algenuierspray en met algen verrijkt veevoeder. Microalgen worden ook puur verkocht of samen met een recept voor algencake.

'mest' indien zij met mest worden geteeld. Dit betekent dat ze puur niet meer als veevoer mogen worden gebruikt. Bovendien is digestaat te donker van kleur om algen in te laten groeien. "AF&F wil onderzoeken of het technisch en economisch haalbaar is om fosfaat uit de dikke fractie van het digestaat te halen en ammoniak uit de dunne fractie te strippen. Deze ammoniak kan dan samen met het rookgas in de algenvijvers terecht komen", stelt Arthur Kroon.

België-Nederland: 3-32

Dat is de (tussen)stand wat het aantal algenpilooten of -bedrijven betreft. Naast de 3 bezochte sites zijn er in Nederland dus nog verschillende andere bedrijven die algen telen. Zo is er bijvoorbeeld Ingreprou, een bedrijf dat al verschillende jaren de microalg *Chlorella sp.* in open vijvers teelt. In België zijn er momenteel slechts 3 algenreactoren op pilotschaal: de vlakke plaatreactoren van Proviron in Antwerpen, de MaB-vlokkenpilootvijver van Howest in Roeselare (zie p. p. 41) en een algenvijver van ACG in Carmeuse. Dit jaar komen er nog 3 bij: 2 fotobioreactoren van VITO en Thomas More Kempen in Geel en één open algenbacteriënvijver van Celabor in de regio Luik.

Dat de Nederlanders al veel verder staan op het gebied van algenteelt in vergelijking met de Belgen, werd tijdens deze studiereis meer dan duidelijk. Het is hoog tijd dat we ook in België de algenteelt durven opgaan. ■

MEER INFO

AlgaePARC in Wageningen,
www.algaeparc.com

Landbouwbedrijf Kelstein in Hallum,
www.kelstein.com

Algae Food & Fuel in Ambacht,
www.algaefoodfuel.com

Accres in Lelystad
www.acres.nl

Een videoreportage vind je via www.omroepflvolland.nl/Nieuws/95170/lelystad-nieuwe-algenkas-officieel-geopend.



EERSTE VLAAMSE ALGENVIJVER GESTART

Microalgenbacteriënvlokken of MaB-vlokken voor de zuivering van afvalwater is een slim concept dat beloftevol blijkt op laboschaal. Momenteel wordt door Howest afgetoetst of het ook haalbaar is om het afvalwater van de snoekbaarsteelt van Inagro te zuiveren op pilotschaal. – *Sofie Van Den Hende, Howest*

De klassieke biologische waterzuivering, ook wel 'aeroob actief slibstelsysteem' of 'klassieke biologie' genoemd, werd 100 jaar geleden uitgevonden. Ze wordt ondertussen wereldwijd

.....
 Door microalgen aan het actieve slib toe te voegen, wordt gratis zuurstof geproduceerd op basis van zonlicht.

toegepast. Ook in de land- en tuinbouw is het een van de meest gebruikte processen voor het zuiveren van afvalwater, zoals de dunne fractie van digestaat en mest. Dit actieve slib zet het organisch materiaal van afvalwater om in CO₂ en biomassa. Hiervoor heeft het zuurstof nodig die in de tanks geblazen wordt. Meer dan 50% van de werkingskosten gaan naar deze mechanische beluchting.

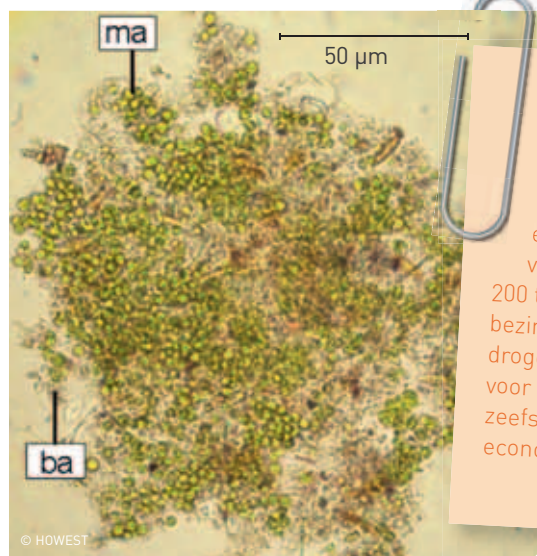
Van klassieke tot groenere afvalwaterzuivering

Door microalgen aan dit actieve slib toe te voegen, wordt gratis zuurstof geproduceerd op basis van zonlicht, doordat

microalgen aan fotosynthese doen. Bovendien nemen de microalgen de door de bacteriën geproduceerde CO₂ op. Dit is een slim concept, maar waarom wordt het in België dan nog niet toegepast op bedrijfschaal? Het blijkt te duur, voornamelijk doordat het oogsten van microalgen kostelijk is. Dit kan oplopen tot meer dan de helft van de operationele kosten. En dat is een economisch struikelblok. Om dit probleem aan te pakken, werden MaB-vlokken ontwikkeld tijdens het doctoraatsonderzoek van Sofie Van Den Hende, waarbij ze begeleid werd door Han Vervaeren (Howest) en prof. Nico Boon (Universiteit Gent).

Nood voor pilootreactor

Het onderzoek op laboschaal blijkt veelbelovend, maar het MaB-vlokkensysteem is nog niet klaar om te worden toegepast op bedrijfsschaal. Het inschatten van de technische en economische haalbaarheid op bedrijfsschaal, vertrekkend van data van laboreactoren is niet realistisch. Zo zijn de weersomstandigheden buiten anders dan in het labo:



MaB-vlokken worden opgekweekt. De pilootreactor moet uiteraard ook ontworpen, gebouwd en getest worden.

Locatie pilootreactor

In Vlaanderen wordt de MaB-vlokken-pilootreactor ieder jaar op een andere locatie geplaatst. Zo bereiken we meer industriële sectoren en kan de robuustheid getest worden. Dat er interesse hiervoor is

MAB-VLOKKEN

Microalgenbacteriënvlokken bestaan uit microalgen (ma) en bacteriën (ba). Deze vormen samen vlokken van 200 tot 1000 µm groot. Hierdoor bezinken ze in een halfuur tot 2% droge stof en kunnen in één stap voor 99% geoogst worden via een zeefsysteem. Dit is een groot economisch voordeel.

kouder in de winter, warmer in de zomer. De lichtintensiteit en de daglengte variëren ook sterk in de zomer en de winter. Ook de diepte van de reactor en het belichte reactoroppervlak is anders. Daarnaast zijn er wellicht een aantal andere praktische uitdagingen bij een uitvoering op grotere schaal, zoals de roerpompen en het rookgasinjectiesysteem.

Om een realistische inschatting te maken, ging Howest daarom een stap verder tot pilotschaal. In het EnAlgae-project werd een pilootreactor gebouwd met financiële steun van het Interregprogramma IVB NWE, de Vlaamse overheid en de provincie West-Vlaanderen. Naast afvalwaterzuivering gecombineerd met rookgas, wordt ook de ontwatering van de MaB-vlokken en de samenstelling en de vergistbaarheid van de MaB-vlokkenbiomassa nagegaan. Door Universiteit Gent zal een economische en duurzaamheidsstudie uitgevoerd worden.

Een pilootreactor bouwen is niet zomaar *plug en play*. Er komt een hele voorbereiding aan te pas. Er moet een locatie met geschikt afvalwater zijn en ook moeten

in Vlaanderen, bleek duidelijk uit de *EnAlgae Pilot Call Flanders 2012*. Maar liefst 19 Vlaamse deelnemers stelden zich kandidaat. Twee agro-industriële sites werden geselecteerd voor verkennende laboproeven: mestverwerking (Innova Manure; na actief slib) en snoekbaarsteelt (Aquacultuur Praktijk Centrum, Inagro; onbehandeld).

De bezinking van de MaB-vlokken was het best bij het afvalwater uit de mestverwerking. Met de geteste waternverblijftijd van 2 dagen werden de lozingsnormen voor chemische zuurstofvraag, stikstof en fosfor alleen gehaald bij het afvalwater van snoekbaarsteelt. Voor het effluent uit de mestverwerking is nog verdere optimalisatie nodig. Daarom werd besloten om de pilootreactor het eerste jaar bij het Aquacultuur Praktijk Centrum te plaatsen. Het oogsten van de MaB-vlokken verliep succesvol. De vlokken konden via lage-drukzeven (200 µm) in één stap ontwaterd worden. Uitgaande van afvalwater van aquacultuur werd een droge stof van 21% gehaald, en 18% bij water uit de mestverwerking.

Bouw pilootreactor

De bouw van de pilootreactor werd uitgevoerd door 2 West-Vlaamse kmo's, in opdracht van de afdeling Industriële ingenieur milieukunde van Howest. Niels Tanghe van Cateal: "Als oud-student industriële automatisering van Howest bouwde ik graag mee aan dit project. Naast klassieke besturingscomponenten was de integratie van verwarming, het rookgasinjectiesysteem en allerlei meetsondes zoals pH, opgeloste zuurstof, temperatuur, lichtintensiteit, debietmeters en een weerstation een boeiende uitdaging."

Lode Bourez van Bebouwen & Bewaren: "Als aanlegger van plantensystemen voor waterzuivering en ecologische zwemvijvers waar we algengroei vermijden, werken we nu aan een project om algen te telen. Het feit dat deze opstelling jaarlijks snel moet worden afgebroken en opgebouwd, maakte het een uitdagend project waar ingenieus zoekwerk voor nodig was, maar waar we met veel enthousiasme aan meewerken."

Nieuwe projecten

Dit jaar volgt de tweede *EnAlgae Pilot Call Flanders 2013*. Bedrijven of kennisinstellingen met afvalwater die geïnteresseerd zijn om de MaB-vlokkenreactor van oktober 2013 tot september 2014 bij hen te ontvangen, kunnen zich inschrijven tot 31 maart. Hieruit zullen terug 2 deelnemers geselecteerd worden voor verkennende laboproeven. Hierna zal de tweede site voor de pilootreactor gekozen worden. ■

BEZOEK AAN MAB-VLOKKENPILOOT

Wie de reactor ter plaatse wil bekijken, kan de officiële inhuldiging van de pilootreactor op Inagro bijwonen op dinsdag 26 maart 2013. Meer informatie over de officiële inhuldiging van de pilootreactor en *EnAlgae Pilot Call Flanders 2013* eind februari op www.howest.be/enalgaef of via sofie.van.den.hende@howest.be