

*Chlorella vulgaris* in 'High Rate Algal Ponds'

## Biomassa uit Varkensgier

J. Scheerboom

In de zeventiger jaren koesterde men al hoog gespannen verwachtingen omtrent de teelt van algen als grondstof van voedsel en energie. De sturing van het productieproces was echter dermate gecompliceerd dat de toenmalige experimenten veelal in teleurstellingen eindigden. De algenteelt raakte in diskrediet. Nadat geavanceerde, computergestuurde methoden zijn ontwikkeld, hebben onderzoekers aan de Universiteit van Amsterdam, op het terrein van Anna's hoeve, het kweken van algen op moderne leest geschikt. Hiermee komt een oplossing in zicht voor een aantal ecologische en maatschappelijke problemen, zoals de mestoverschotten en de nijpende voedsel- en energievoorziening.

Gekozen is voor een groene alg, *Chlorella vulgaris*, een soort die altijd aanwezig is in onze buitenwateren. Onder optimale groeiomstandigheden

kan de alg zich binnen 24 uur verviervoudigen. Vermenigvuldiging in ons oppervlaktewater kan aanleiding geven tot de bekende algen-



♦ Een vijver met een oppervlak van 14 m<sup>2</sup>. Aan één zijde een tank met varkensgier.



◆ Detailopname van het doseren van gier in de vijver.

bloei. De snelle groei maakt het echter mogelijk per jaar minimaal 60 ton ds per ha te oogsten. De biomassa kan worden aangewend voor de productie van voedseladditieven, brandstof en fijnchemicaliën (vitaminen, vetzuren en pigmenten). Het gaat bovendien gepaard aan een vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de atmosfeer (een van de regeringsdoelstellingen).

### De algenvijvers

Tegen de dijk van de Amsterdamse Watergraafsmeer, enkele honderden meters van het begin van het Amsterdam-Rijnkanaal vandaan, liggen - in de open lucht - een drietal grote vijvers (elk 14 m<sup>2</sup>) en een drietal kleine (elk 2 m<sup>2</sup>). Deze algenvijvers worden gebruikt voor onderzoek naar de regulatie van algengroei onder natuurlijke, wisselende condities, waarbij het in de eerste plaats de hoeveelheid ingestraald zonlicht is die de groeisnelheid beperkt.

Men verricht hier niet alleen fundamenteel fotosynthese onderzoek, ook de biotechnologische toepasbaarheid van algen staat centraal. Zo wordt momenteel de mogelijkheid onderzocht drijfmest van varkens in algenmassa om te zetten.

De diepte van de vijvers bedraagt maximaal 50 cm. Aan één zijde van een vijver worden nutriënten bijgevoegd, aan de andere zijde wordt de zo verkregen biomassa geoogst, er tussenin verwijderen algen de voedingsstoffen (zie de foto's).

Twee lichtsensoren, één boven en één onder het oppervlak, meten continu de lichtintensiteit in de vijver. De gemeten signalen worden per computer verwerkt. Verdunningsnelheid en diepte van de algenvijver worden dan aangepast aan de hoeveelheid licht die in de vijver instraalt. De concentratie algen bepaalt immers de diepte tot waar het licht doordringt ofwel de diepte waar algen nog kunnen groeien. Afhankelijk van de algenconcentratie wordt de diepte zo ingesteld dat de op de bodem aanwezige algen net voldoende licht krijgen om te groeien. In een dergelijke 'High Rate Algal Pond' (HRAP) vindt zo, geautomatiseerd, de continucultuur van algen plaats.

### Door symbiose

De onderzoekers Kroon en Baard geven tekst en uitleg:

Kroon: „Voor de goede orde: wat hier in de voorraadtank zit, is slechts een deel van de mest die door de varkens is geproduceerd. In deze tank zit de z.g. dunne fractie, de gier. De dikke fractie vormt zich door bezinking. In de algenvijvers gebruiken we dunne fractie die bovendien wordt gefilterd en daarna 8 à 9 keer verdund. Eén m<sup>3</sup> gier wordt gespreid over een vijver-oppervlak van 14 m<sup>2</sup>. De oplossing - rijk aan organisch materiaal - wordt allereerst door bacteriën gemineraliseerd tot o.a. CO<sub>2</sub> en NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>. Het zijn de belangrijkste voedingsstoffen voor *Chlorella*. Deze alg leeft dus in symbiose leeft met de bacteriën. In tegenstel-



◆ Detailopname van het paddlewheel nodig voor een goede homogenisatie van mest en algen.



◆ Detailopname van de lichtgevoelige cel in de algenvijver.

ling tot hogere planten neemt Chlorella bij voorkeur  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  op. Dit is energetisch gunstiger als wanneer  $\text{NO}_3^-$  wordt opgenomen. In de vijver is een schoepenrad ('paddlewheel') aangebracht om bezinking van de algen en thermische stratificatie te voorkomen. Bovendien bevordert menging de gasuitwisseling met de omgeving. Tijdens de assimilatie kan het zuurstofgehalte in de vijvers stijgen tot 400 % verzadiging. 's Nachts daalt het zuurstofgehalte tot 30 % van het niveau van verzadiging. Wij meten de lichtintensiteit, omdat deze een directe relatie heeft met de productiesnelheid van algen. De lichtintensiteit bepaalt ook de in te stellen diepte van de vijver en de verblijftijd van de vloeistof."

„Heeft de temperatuur van het water nog invloed?”

„In tegenstelling tot wat men wel eens denkt, heeft de temperatuur nauwelijks invloed op de

productiesnelheid van de alg. De  $Q_{10}$  is dus nauwelijks hoger dan 1. Het proces van assimilatie is in de eerste plaats afhankelijk van de energievoorziening via het licht. Alleen bepaalde, voor de alg noodzakelijke voedingsstoffen kunnen, als zij in te geringe hoeveelheden aanwezig zijn, de productiesnelheid limiteren. Zo dient fosfaat in relatie tot stikstof in voldoende mate aanwezig te zijn en wel bij voorkeur in de verhouding 1 : 10. Onder optimale omstandigheden is een HRAP 320 dagen per jaar in productie en is de gemiddelde verblijftijd van gier 5-7 dagen."

„Hoe zit het met coliforme bacteriën en andere ziekteverwekkers in de mest?”

„Darmbacteriën zijn anaërobe bacteriën die door een 400 % oververzadiging van zuurstof onherroepelijk worden geëlimineerd. Desondanks hebben wij in Nederland te maken met een wet die het gebruik van biomassa uit dier-

lijke mest verbiedt, juist vanwege het mogelijke besmettingsgevaar met darmbacteriën. Wij zagen ons echter geconfronteerd met een heel ander probleem: het verdichten van de biomassa uit de oplossing."

### **Crossflow filtratie**

In een nabijgelegen kassencomplex toonden de onderzoekers een apparaat (zie foto) waarmee algen kunnen worden geconcentreerd, of eigenlijk: water aan algenmassa kan worden onttrokken.

„Het oude probleem om biomassa van water te scheiden losten wij op met een microfiltratietechniek (zie foto): de algen worden in een buis ingedikt, doordat water de gelegenheid krijgt via poriën in de wand te ontwijken. Door de snelheid waarmee de algen langs de poriën stromen zullen deze niet verstopten. Uiteindelijk wordt een ingedikte oplossing verkregen en heeft het water dat via de poriën van de buis de algenmassa verlaat, een samenstelling die wat betreft kwaliteit met drinkwater is te vergelijken. Er vindt immers geen beschadiging van de biomassa en dus lekkage van celinhoud plaats.

Het is wel een dure techniek. Gebruik van een crossflow filter zal daarom alleen bij grootschalig gebruik interessant zijn, waarbij 1 kuub filtraat per uur wordt verwerkt."

„Men heeft wel eens het idee gelanceerd het overschot aan mest in zee te dumpen, net zoals de OVB haar planktonvijvers bemest met gier. Zo krijgt het fytoplankton in de zeeën meer voedingsstoffen en komt dit uiteindelijk de visstand ten goede."

„Ik vind dit een slecht idee! In de zeeën en oceanen is namelijk sprake van een open kringloop. We weten niet wat de capaciteit van de oceanen is en weten daarom niet wat de effecten zijn van een dergelijke bemesting. Bovendien: als de boeren eenmaal gewend zijn mest naar de zee te brengen, is dit, als de effecten verkeerd lijken uit te pakken, moeilijk weer terug te draaien. Wat we nodig hebben

zijn **beheersbare processen in gesloten systemen.**"

### **Realistisch?**

„Waar we zeer veel waarde aan hechten is dat deze methode van omzetting van varkensgier eerst terdege aan de hand van een dergelijke proefopstelling is uitgetest, voordat het als een methode van mestverwerking op de markt wordt gebracht.

Waar we voor moeten waken is dat adviesbureaus door onvoldoende expertise de methode van de algenvijver een slechte introductie geven. Momenteel wordt er buiten ons om al veel met algenvijvers geëxperimenteerd. Het moet gezegd dat de enige algenvijvers waar wij bemoeienis mee hebben gehad zich in het Brabantse Oploo bevinden. Daar zijn twee langwerpige bassins gesitueerd met een totale oppervlakte van 500 m<sup>2</sup>. De vijvers zijn gemaakt van folie, UV-bestendig en niet permeabel voor vloeistoffen. De wanden zijn schuin aangelegd om zo veel mogelijk schaduwvorming in de vijver te voorkomen.

Voorts zal in samenwerking met de firma Algaetec uit Giessen dit voorjaar een grootschalig mestverwerkingsproject met algenvijvers worden gerealiseerd. Het project zal op boerderijniveau worden uitgevoerd bij verschillende varkenshouderijen in de Peel."

„Toch denk ik dat de methode vooralsnog op veel scepsis zal stuiten."



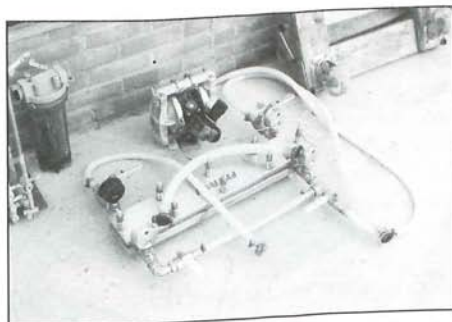
◆ Verzamelvat algenwater.

„Dat hebben wij bij de projectaanvraag ervaren: voor het doen uitvoeren van diverse haalbaarheidsstudies was f.2,5 miljoen nodig, terwijl voor het eigenlijke project maar f.1,2 miljoen nodig was! Maar we hebben nu het tijd mee: het mestbeleid van de Nederlandse regering is de veeboeren inmiddels naar de lippen gestegen. De mestproblematiek biedt een goede gelegenheid algenteelt een hoge vlucht te laten nemen.“

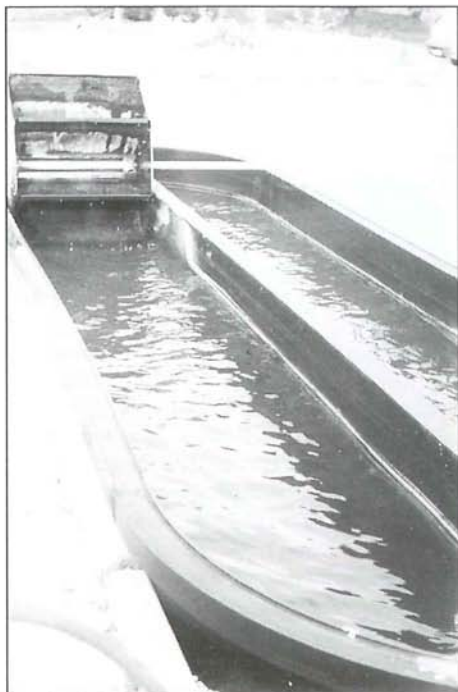
Inderdaad was o.a. 'Wij zijn het zat' de leuze van de Nederlandse veeboer en verstopten tractoren afgelopen najaar de snelwegen. Het hielp de boeren niet omdat grootschalige mestverwerking in 1995 failliet bleek en de regering zich comfortabel ziet geruggesteund door een Europese regelgeving die voor de boeren nog ongunstiger uitpakt. Het is bovendien duidelijk dat het lekken van mineralen naar het grondwater de kosten van de drinkwatervoorziening met tenminste honderd miljoen gulden per jaar doet stijgen.

### **Algen als grondstof**

Nu de toepassing van algenteelt bij de verwerking van vloeibare mest op korte termijn realistisch blijkt te zijn, lokken andere perspectieven die zowel fantastisch als nog ver weg lijken. Enkele van deze perspectieven, het kunnen ook wel 'luchtkastelen' zijn, laat ik hier de revue passeren.



♦ Met het principe van 'crossflow filtratie' wordt in dit apparaat water uit het effluent van de algenvijver onttrokken.



**Een.** Door simpelweg de nutriëntenconcentraties in te stellen, kan men algen kweken met een hoog lipidegehalte die geschikt zijn voor de verwerking tot 'biodiesel', een brandstof te vergelijken met gewone diesel. In Engeland, in Bristol, aan de University of the West of England, ontwierp scheikundig ingenieur Paul Jenkins het prototype van een algencentrale waarmee per ha per jaar het equivalent van 240 ton kolen kan worden geproduceerd. Hij maakt hierbij gebruik van de alg *Chlorella*.

**Twee.** Men kan ook door het manipuleren van de nutriëntenconcentraties koolhydraatrijke algen laten ontstaan die na vergisting ethanol of methaan opleveren.

**Drie.** Algen met een hoog gehalte aan eiwit zijn geschikt als voederadditief, bijvoorbeeld in vee- of visvoer. Dit laatste gebeurt al op kleine schaal. Bekend is de film met Abe Lincoln uit Florida die liet zien hoe hij een derde van het

voer dat hij normaal zijn varkens geeft, kon vervangen door de alg Spirulina die groeit op de varkensdrijfmest. Hij verkreeg zo een gedeeltelijke sluiting van het nutriëntenkringloop. Het provitamine b-caroteen dat men bijvoorbeeld gebruikt als kleurstof in voedingsmiddelen en als voedersupplement in de visteelt, wordt gewonnen uit algen. Bekend is dat Koi-karpers pas hun intense kleuren krijgen door Spirulina als voederadditief. Een scepticus zal aanvoeren dat het hier wel bij zal blijven, omdat soja voorlopig het belangrijkste plantaardige voederadditief is.

**Vier.** Een algenvijver van slechts 10.000 hectare is nodig om de overheidsdoelstelling, een vermindering van de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot met drie procent, te realiseren.

**Vijf.** Het is gebleken dat beheer van nutriëntenstromen in het oppervlaktewater en de ongecontroleerde groei van algen die hier uit voorkomt, noodzakelijk is. In het verleden bezorgde de ongecontroleerde groei van algen in het buitenwater overlast in de vorm van zuurstoftekort en schuim- en slijmvorming. Er kunnen zich hierbij soorten ontwikkelen die gifstoffen produceren. Met het oog op de bedreiging die dit vormt voor allerlei dierlijk leven, inclusief de mens, controleert de Dienst Getijdewateren (DGW) sinds 1990 de algenstand in de Nederlandse zoute wateren. Dit laatste is een keerzijde van de enorme groeipotenties van algen.

---