

Supermateriaal zoekt doel





Kunnen algen de wereld redden? Jazeker! Als planten die je kan laten groeien op de dorste plekken ter wereld kunnen ze een oplossing vormen voor een hele resem mondiale problemen, van hongersnood tot energieschaarste. Alleen is hun kweekproces nog te duur. Onderzoekers stellen alles in het werk om de reputatie van microalgen als eeuwige beloftes te doorbreken. UAntwerpen heeft alvast een preprototype om ze te oogsten klaar, en een doctorandus bewijst dat het vele kweekwater hergebruikt kan worden, in plaats van geloosd zoals vandaag. De algenrevolutie is een kwestie van tijd.

TEKST **JELLE HENNEMAN**

FOTO'S **JESSE WILLEMS**

“Algen kunnen (misschien) de wereld redden”

Al dertig jaar zijn microalgen een wondermiddel om de uitdagingen van de 21ste eeuw aan te gaan. Potentieel. Want hoe verleidelijk de voordelen van een eetbare plant die je op grote schaal op onvruchtbare plekken kan kweken, ook zijn, er zijn evengoed obstakels. Portret van een supermateriaal op zoek naar een doel.

Stel je voor dat er een plant bestaat die eetbaar en zelfs voedzaam is, gebruikt kan worden om stroom op te wekken, en die we op grote schaal zouden kunnen kweken zonder veel meer dan zonlicht, water, wat voedingsstoffen en CO₂. En dat bovendien op de meest onvruchtbare plekken ter wereld, van industrieterreinen tot de Sahara. Met zo'n materiaal zou je meteen een paar mondiale uitdagingen van de 21ste eeuw kunnen aanpakken. Dat die plant bestaat, weten we eigenlijk al lang. Het is een alg. Niet de waaiende algen die we kennen uit rivieren en zeeën, dat zijn wieren. Die zijn ook voedzaam, maar dat is een ander verhaal. De algen in kwestie zijn de microscopisch kleine, eencellige varianten daarvan. Vol gezonde oliën, eiwitten, maar ook met stoffen die interessant kunnen zijn voor de cosmetica. En vooral: zowat overal te kweken. Een open poel water is al voldoende, zeker in tropengebieden met veel zonlicht, in onze streken eerder in containers. Voed je de algen met CO₂ en ledlampen, dan kan je in principe dag en nacht verder kweken – al blijken ook algen er een bioritme op na te houden – in een container op de donkerste, meest dorre plek denkbaar, waar niets anders groeit. En het beste: het is CO₂-neutraal. Algen zetten wereldwijd meer CO₂ om in zuurstof dan bossen.

Stroom van algen

“Dat algen een enorm potentieel hebben, wordt vooral sinds de jaren 90 breed uitgesmeerd”,

vertelt bioloog Ivan Janssens in zijn bureau op Campus Drie Eiken. “Ze werden tot de oplossing voor het energieprobleem gebombardeerd, in de zoektocht die toen losbarstte naar energiebronnen die de fel slinkende fossiele brandstoffen konden vervangen. Het grote voordeel was dat ze niet alleen snel en zowat overal groeiden, maar ook dat ze CO₂-neutraal waren”, herinnert Janssens, specialist in de klimaatverandering, zich. “Dat zijn bomen ook, maar die hebben 100 jaar nodig om te groeien. Algen werden gezien als een ideale manier om snel aan biomassa te geraken, die verbrand kon worden om stroom op te wekken. Pilotprojecten spiegelde een productiviteit voor van tachtig à honderd ton biomassa per hectare per jaar. Vergeleken met pakweg snelgroeiende bomen, zoals populieren, is dat een veelvoud. De interesse kende een dip toen duidelijk werd dat die fossiele brandstoffen verre van uitgespeeld waren, en bovendien goedkoper werden, en leefde even weer op toen het probleem van de klimaatopwarming duidelijk werd. Maar dan nog bleek je de helft van de planeet vol te moeten zetten met containers vol algenkwekerijen, om toch nog te weinig stroom op te wekken. Het hele idee van de alg als energiebron is al zo'n vijf jaar dood.” Maar dat is niet ongezien bij grote innovaties, pikt Serge Tavernier in. Professor Tavernier voert veel toegepast onderzoek naar algen aan UAntwerpen, in de jonge Faculteit Toegepaste Ingenieurswetenschappen. “Vaak gebeurt



zo'n doorbraak in golven. Eerst gaat iets van grote belofte naar enorme teleurstelling, om later dan toch in een andere vorm wel succesvol te worden. Ik denk dat we met algen nu aan het begin van die tweede golf staan. Algen kweken mag relatief gemakkelijk zijn, maar ze oogsten is dat niet. Vergeet niet dat het kleine organismen zijn: per liter water hou je maximaal een gram of vijf algen over. Los van het water dat je verliest, kost het ook nog



GROOT POTENTIEEL "Algen werden tot oplossing voor het energieprobleem gebombardeerd", weet Ivan Janssens.

te veel energie om de algen uit het water te filteren of centrifugeren. Dat proces maakt ze nog te duur voor heel wat toepassingen, maar dat is een kwestie van tijd."

Die tijd is misschien niet eens nodig. Het nieuwe terrein waarin algen hun volle potentieel kunnen bewijzen, is volgens Ivan Janssens immers al gevonden: veevoeder. "Een tijd terug werkte ik samen met andere wetenschappers aan een boeiend onderzoek van

het IIASA, een internationaal onderzoeksinstituut dat mondiale vraagstukken onder de loep neemt. De stelling was futuristisch: is het mogelijk om tegen 2100 de tien miljard mensen die er dan zullen zijn, te voeden en energie te geven? Maar dan wel in lijn met het klimaatakkoord van Parijs, dat maximaal een stijging van de gemiddelde temperatuur van onze aarde met twee graden Celsius toelaat. En dat kan, berekenden we. Met algen." →

Algen in de Aya Sofia

Algen kunnen niet alleen gebruikt worden als bio-brandstof of dierenvoeder, hun toepassingen gaan veel verder. Zo fungeren ze als een natuurlijke variant van synthetische kleurstof, om bijvoorbeeld snoep groen te kleuren. Er zijn ook experimenten om microalgen te gebruiken om geneesmiddelen diep in het lichaam te brengen. En diatomist Bart Van de Vijver kluste een tijd bij door de politie te vertellen of een lijk verdrongen of vermoord was, aan de hand van algen. Wie verdrinkt, krijgt algen binnen, die in het beendermerg terechtkomen. Zitten in dat beendermerg geen algen, dan is de persoon vermoord en later in het water gedumpt. Ook diatomiet, zeg maar versteende kiezelwieren, is als licht, absorberend gesteente al eeuwen bekend. Het wordt gebruikt door brouwers als filtermateriaal, omdat het uit tal van piepkleine stukjes glas bestaat. Vandaar ook het gebruik ervan in insectenverdelgers, om bijvoorbeeld mieren tegen te houden. Al kan het ook groter: de koepel van de Turkse Aya Sofia is opgebouwd uit diatomiet.

→ Twee miljard hectare

De voorwaarden voor dat huzarenstuk zijn niet min, maar dat is de uitdaging natuurlijk ook niet. "Het model werkt alleen als de hele wereld meedoet, vanaf 2020. En als die wereld om de tien jaar het gebruik van fossiele grondstoffen halveert. Omdat de natuur – bossen, oceanen, permanente graslanden, ... – vandaag meer dan de helft van de menselijke CO₂-uitstoot opneemt, mag haar oppervlakte ook onder geen beding dalen. Maar dan zit je met het voedselprobleem. Van de tien miljard mensen mag niemand honger lijden, en waarschijnlijk eten dan veel meer mensen vlees dan vandaag. Dat vleesgebruik is een

bepalende factor. Vandaag al dient twee derde van het globale landbouwareaal om veevoeder te kweken. Trek je dat door naar tien miljard vleeseters, dan heb je een probleem. Maar als je dat vee algen geeft – verbouwd langs kusten, in industrieparken, op meren, in woestijnen, ... – dan zou er volgens onze berekeningen tot twee miljard hectare grond vrij kunnen komen. Dat gigantische areaal kan je dan opdelen in een helft voor voedsel bestemd voor mensen, en een helft zogenaamde *carbon crops*, gewassen die dienen om als biomassa energie op te wekken." Voeg je bij die algenrevolutie – want het gaat

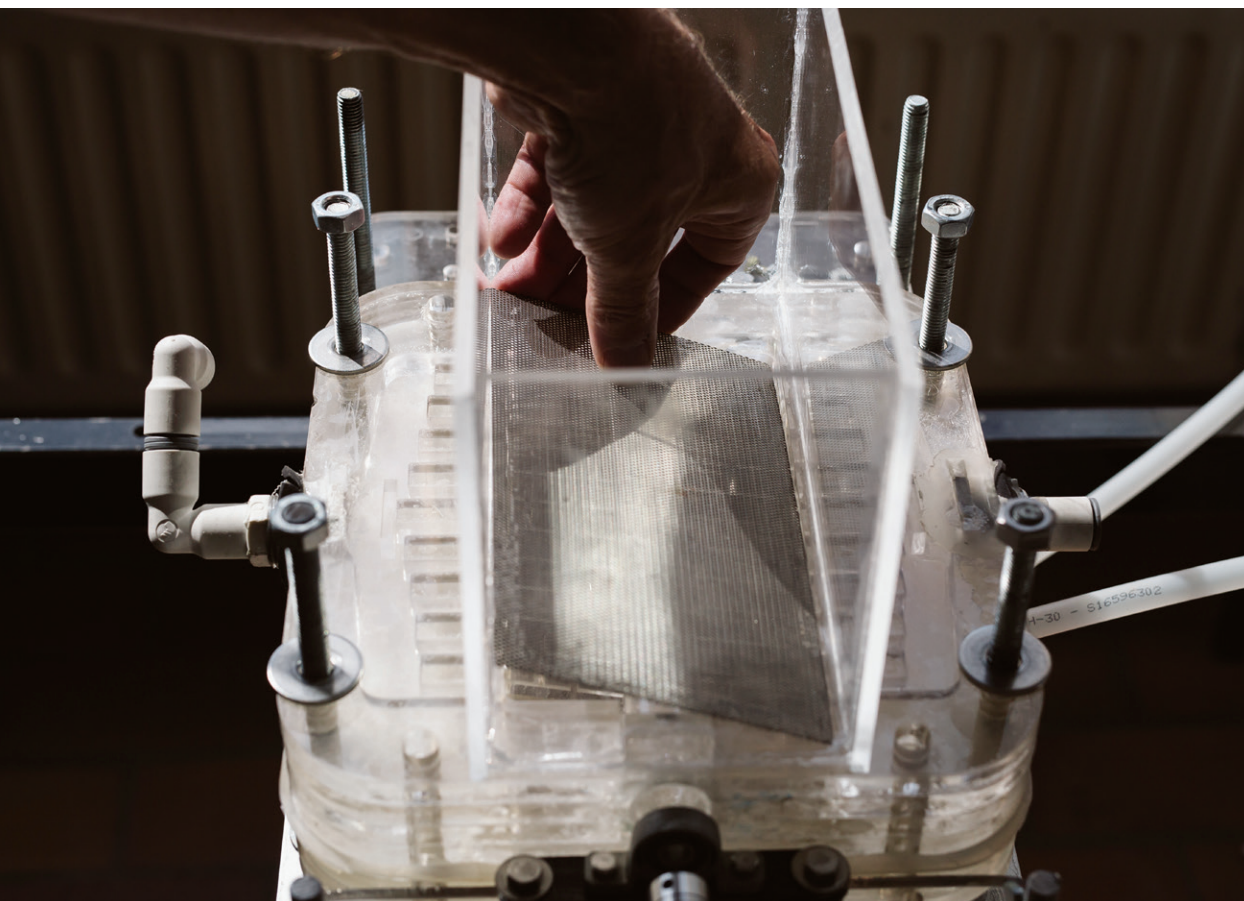
dan wel om 'megaveel algen', dixit Janssens – ook technieken als *carbon sequestration*, waarbij algen die CO₂ hebben opgenomen voor lange tijd onder de grond worden weggeborgen, dan onttrek je CO₂ aan de atmosfeer en kan je de opwarming ongedaan maken. Met zo'n CO₂-negativiteit maakt de studie zelfs gewag van pre-industriële gehalten van CO₂ in de atmosfeer.

Visvoer

En zo is de alg toe aan haar tweede missie om de wereld te redden. Of veevoeder uit algen ook daadwerkelijk het begin is van

Taverniers tweede innovatiegolf, zal de tijd uitwijzen. Maar evident zal het niet zijn. Dat maken de enorme aantallen al duidelijk. Maar ook: dat veevoeder vervangen in een theoretisch model mogelijk is, wil nog niet zeggen dat het vandaag ook rendabel mogelijk is. Hoe groot de uitdaging daar nog is, toont het Belgisch bedrijf Proviron, dat vandaag al microalgen kweekt als voeder voor dieren. Op grote schaal zelfs. Maar dan wel voor vislarven, garnalen en schaaldieren – net omdat de microalg zo klein is dat die gemakkelijk kan worden opgegeten. Proviron-onderzoekster Jorien Fret, die aan UAntwerpen doctoreert rond het hergebruik van het water bij de algenkweek, is alvast sceptisch. "Wij verkopen een kilogram microalgen in poedervorm voor enkele honderden euro's. Dat is rendabel, maar als je grootvee wil voeden, moet dat toch ongeveer honderd keer zo weinig zijn. Dat is nog een hele sprong."

VEEVOEDER "Het model werkt alleen als de hele wereld meedoet", weet Janssens.



Het zit hem in de details

Dat algen bijzonder nuttig kunnen zijn, niet in het minst als indicator van waterkwaliteit, wil nog niet zeggen dat we ze allemaal al kennen. Verre van zelfs. “Het is puur detectivewerk.”

We treffen professor Van de Vijver op een druk moment in zijn bureau in de Plantentuin van Meise. Met een collega is hij in de weer met een boek uit de Weense archieven van 1880, om zeker te zijn dat een van de microalgen die hij heeft meegenomen uit Antarctica wel degelijk een nieuwe soort is, en niet al 140 jaar geleden beschreven. “Detectivewerk”, glimlacht hij, duidelijk makend hoe leuk hij dit vindt. “Dat is mijn onderzoek: het in juiste vakjes steken van kiezelwieren of diatomeeën, eencellige microalgen. Vroeger onderscheidden we de algen die we kenden uit Europa, en gebruikten die namen om algen overal ter wereld te categoriseren. Wat natuurlijk niet klopte. Dus zijn onderzoekers nu overal bezig met stalen uit poelen en rivieren onder de microscoop te leggen en de archieven aan te vullen met steeds nieuwe soorten diatomeeën.”

J.K. Rowling

Van de Vijver, die naast zijn baan bij de Plantentuin als hoofddocent verbonden is aan UAntwerpen, heeft inmiddels zo'n 350 nieuwe soorten gevonden. Een ervan werd vernoemd naar een overleden collega uit de Plantentuin, een ander, de *Navicula flandriae*, naar Vlaanderen. Voor het staal waarvoor hij de Weense archieven in moest, dringt de tijd. Een collega-onderzoeker wordt 70, en Van de



MILIEU “Aan de soort alg die je in het water vindt, zie je hoe zuiver het er is.”

Vijver wil de soort – indien in de peerreview aanvaard als nieuwe soort – graag naar haar vernoemen.

Maar waarom is het belangrijk om al die eencelligen (Van de Vijver vermoedt dat er alleen al 250 000 verschillende diatomeeënsoorten bestaan) zo nauwkeurig op te zoeken en te beschrijven? “In eerste instantie omwille van het ecologische paspoort dat bij hun beschrijving hoort. Verschillende kiezelwieren gedijen bij andere waterkwaliteiten, van het zuiverste water tot de grootste beerpoel. Je herkent dus aan de soort alg die je in het water vindt, hoe zuiver het er is, en zelfs of er pesticiden of zware metalen verontreiniging veroorzaakten. Ik doe dan ook veel werk voor de Vlaamse Milieumaatschappij. Maar dan is het natuurlijk belangrijk om de soorten algen goed uit elkaar te houden. Wij leveren gegevens aan die nodig zijn om onze ecologie te interpreteren. De kwaliteit ervan, maar ook de originaliteit. Algen uit Zuid-Amerika die opduiken in Europese havens, vertellen iets over globalisering. En, waarom het mij ook zo passioneert, ze zijn gewoon erg mooi.”

DNA duwt microscoop weg

Het detectivewerk naar nieuwe soorten diatomeeën van Bart Van de Vijver wordt in de toekomst wat minder romantisch. Legt hij nu nog staal na staal onder de microscoop, om alle soorten microalgen die hij zo herkent een voor een te turven op een blocnote, dan staat zijn beroep morgen voor een ferme digitalisering. “Mijn aanpak is puur morfologisch, maar met genetisch onderzoek wordt het mogelijk om soorten te onderscheiden op basis van DNA. En dan haal je gewoon alle verschillende DNA-profielen uit een bakje water, *barcoding* heet dat. Op die manier zullen ook veel nieuwe soorten opduiken, die genetisch van elkaar verschillen zonder dat je dat aan hun vorm kan zien. Maar goed, voor we op die manier pakweg waterkwaliteit efficiënt kunnen testen, moeten eerst al die DNA-profielen beschreven zijn. Mijn aanpak gaat dus nog wel even mee.”

Algen kweken met beton en paars licht

Lossen algen vandaag hun beloftes al ergens in? Jazeker. Algen als visvoer is een rendabele groeiemarkt. Dat weten ze ook bij Proviron in Hemiksem, op een van die industrieterreinen waar niks anders kan groeien dan een minuscule waterplant. “We groeien elk jaar.”

In een kale hal op een industrieterrein in Hemiksem groeien jaarlijks tussen de anderhalf en drie ton planten. Rek na rek hangt vol dunne, met elkaar verbonden plastic buisjes waarin microalgen groeien, voortgestuwd door met CO₂ verrijkte lucht in een eindeloos circuit. Deze algenkwekerij van het Belgische chemische bedrijf Proviron doet bepaald futuristisch aan, als een vooruitblik op hoe we later voedsel zullen verbouwen, nog geholpen doordat alles baadt in een fel paars licht.

Visvoer

“Toen we onze buitenreactor in de Antwerpse haven inruilden voor deze opstelling binnen hebben we voor dit ledlicht gekozen, omdat onze algen slechts bepaalde pieken uit het natuurlijke licht gebruiken. En dat is dus dit lichtpaars.” Jorien Fret begon acht jaar geleden bij dit Vlaamse chemiebedrijf, gespecialiseerd in nicheproducten, in het kader van haar doctoraat rond algen. “Het was oorspronkelijk de bedoeling om een kweekreactor voor algen te ontwikkelen en commercialiseren, maar intussen kweken we ze dus zelf. Als visvoeder voor vislarven, garnalen en schaaldieren in aquaculturen,



OMZET “Het is een kwestie van mensen te overtuigen van een nieuw product”, zegt Jorien Fret.

met vooral heel wat klanten in Azië. De algen worden gekweekt, waarna we ze uit het water centrifugeren tot een pasta. Die wordt vervolgens gevriesdroogd tot een poeder dat alle kwaliteiten van levende algen behoudt wanneer je het oplost in water.”

Het is een van de nichemarkten waarin microalgen vandaag al rendabel zijn. Met prijzen van enkele honderden euro's voor een kilogram voeder stijgt de omzet van Proviron's algenafdeling jaar na jaar. “Het is een kwestie van mensen te overtuigen van een nieuw product”, zegt Fret. “Viskwekers kweken traditioneel hun eigen algen, die ze bij de vislarven gooien. Maar zo lopen ze wel het risico op contaminaties. Wij bieden hen een zuiver product, bovendien met de voordelen van de verschillende algen aangepast aan hun kweekvissen.”

Potentieel genoeg, denkt Fret, al gelooft ze wel dat er grenzen zijn aan hoeveel algen een reactor kan produceren. “Het is de bedoeling om deze vandaag halflege hal op termijn helemaal vol te zetten met reactoren, daar zitten we niet aan ons plafond. Maar in onze research merkten we wel dat het moeilijk is om meer dan vijf gram algen per liter water te kweken. Ga je daarboven, dan stoppen ze vanuit een natuurlijke reflex zelf met groeien. Al blijven we natuurlijk onderzoek doen.”

“Kweekwater kan hergebruikt worden”

Algenkwekerijen lozen vandaag het water dat ze gebruiken om hun algen te kweken. Tegen een liter per vijf gram is dat bepaald niet efficiënt. Het doctoraat van Jorien Fret aan UAntwerpen onderzoekt of dat water niet hergebruikt kan worden, zonder risico op contaminatie door de uitscheiding van de vorige lading algen. “Dit jaar moet het ingediend worden!”, lacht Fret. “Maar mijn resultaten zijn al even duidelijk, en zeggen dat er geen grote negatieve effecten zijn van het hergebruik. Dat gaat in tegen eerder onderzoek in een labo, maar mijn data zijn wel afkomstig van de hoge volumes waarmee we hier bij Proviron werken. Dat is het voordeel van een doctoraat te schrijven in samenwerking met de industrie. Omdat dit het eerste jaar is dat we binnen zijn gaan kweken, houden we nog even aan de traditionele manier van werken. Maar het is zeker de bedoeling om ons water te gaan hergebruiken.”

Oogstmachine zit in de pijplijn

Onderzoekers van UAntwerpen hebben het preprototype van een machine klaarstaan, die de complexe oogst van algen veel goedkoper kan maken. “Soms moet je de dingen eens helemaal opnieuw bekijken.”

Er mist een schakel in de ketting die het potentieel van algen moet verbinden met concrete toepassingen.” Professor Serge Tavernier bedoelt het niet negatief, zijn faculteit is net erg goed in het vinden van zulke schakels, die fundamenteel onderzoek met de praktijk verbinden. “Onze ‘nieuwe’ Faculteit Toegepaste Ingenieurswetenschappen, de in UAntwerpen *geïntegreerde* industriële ingenieurs, zoekt de hele tijd toepassingen in de industrie, door goed naar die laatste te luisteren. En onze focus is uitgesproken groen, want enkel groen is toekomstgericht. Uiteraard zijn we dan bezig met algen.”

Algen zweven

“Het proces om algen te kweken, maar vooral om ze te oogsten en hun moleculen eruit te halen, is vandaag zo duur en complex dat veel mogelijkheden afgesneden worden. Om te beginnen halen we slechts maximaal vijf gram uit een liter water. Dat is niet veel, zeker omdat vandaag dat water gewoon wordt geloosd om contaminatie met nieuwe algen te vermijden. Maar ook: algen zweven. Het duurt te lang om te wachten tot ze naar de bodem gezakt zijn, en ze dan te oogsten. Dus filtert men ze eruit, maar dat leidt snel tot verstoppingen. Of men gebruikt centrifuges om de algen uit het water te zwieren, maar dat kost veel energie.” “Een volgend probleem is om de algen, eens geoogst, te openen en hun nuttige bestandde-



MOEILIJK “Het proces om algen te kweken en ze te oogsten is duur en complex” vertelt Serge Tavernier.

len te extraheren. De stoffen die zij aanwenden om het effect van de uv-stralen uit het zonlicht waarop zij groeien te neutraliseren, zijn interessant voor de cosmetische industrie. En de omega 3 en 6-oliën kunnen gebruikt worden in voeding. Maar het is niet zo eenvoudig om moleculen uit biologisch materiaal te halen.” Alvast voor het eerste probleem heeft Tavernier een oplossing. “Wij hebben nu een patent op een machine die energiezuinig algen kan oogsten, zonder risico op contaminatie door bacteriën. Het gaat om een preprototype waar we veel van verwachten. Hoe het eruitziet? Daar zeg ik liever niet te veel over. Maar het is noch een centrifuge, noch een filter. Soms moet je dingen eens helemaal opnieuw bekijken. Toen ik bij Agfa-Gevaert rond printers werkte, had je plots naast de tonergebaseerde digitale printers en de klassieke offset drukpersen ook de inkjetprinters, die het helemaal anders aanpakten. Zoiets hebben wij nu ook gedaan, er zijn altijd nieuwe oplossingen. Schrijf maar op: geïnteresseerde bedrijven of onderzoekscentra mogen ons contacteren voor de volgende stap.”

Algae can save the world

It seems as though algae have been the next big thing for decades. After all, plants that flourish in dry places could be used to make bio-fuels or food, solving many of our 21st-century problems in the process. They don't need much besides water, CO₂ and sunlight (or LED light). With these basic conditions you can grow a few tonnes of algae a year in a concrete factory building, as Belgian company Proviron has demonstrated. The firm makes fish feed for aquaculture, one of the few markets in which algae are profitable today. Because no matter how promising their potential, we are still waiting for the big breakthrough. Size does matter, apparently. The microalgae in question grow at a maximum rate of five grams per litre, so those hoping to use them for biomass power stations – a once-promising avenue that has since been abandoned – would need to grow masses of the stuff. A brighter prospect now appears to be cattle feed: feeding our livestock with algae that are not cultivated on agricultural land could free up two billion hectares of space for other crops.