

13. Oktober 2017, 18:51 Biotechnologie

Alleskönner

Glibberig, grün, aber ein Rohstoff der Zukunft: Aus Algen kann man Öko-Sprit gewinnen, Plastik, vielleicht sogar neue Medikamente.

Von Judith Blage

Wenn Algen Stress bekommen, stinken sie. "Immer wenn es nach Komposthaufen riecht, machen wir es richtig", freut sich Daniel Garbe, technischer Leiter des Algentechnikums Ottobrunn. Neugierig lugt er in das Kunststoffbecken, in der träge eine gelblich-grüne Suppe umherschwappt. Wenn die Forscher den Grünalgen nach einigen Wochen Wachstum die Nahrung kürzen, ändern die eigentlich grasgrünen Wasserlebewesen Farbe und Geruch. Sie werden gelb und riechen nicht mehr nach frisch geernteten Erbsen, sondern eben nach reifem Kompost. In diesem hungrigen Zustand sind sie für die Biochemiker erst richtig interessant: Gestresste Algen bilden als Reserve für harte Zeiten dicke Öltropfen in ihren Zellen. Und auf das Öl haben es die Forscher abgesehen. Es ist der Grundstoff, aus dem später Biokerosin entsteht. "Grünalgen sind der ideale Rohstoff für einen nachhaltigen und regenerativen Flugzeug-Treibstoff", sagt Garbe.

Ihre außergewöhnlichen Eigenschaften machen Algen zum idealen Rohstoff. Sie wachsen zehnmal schneller als Landpflanzen, produzieren Proteine, Kohlenhydrate und 30-mal mehr Fett als zum Beispiel Raps. Sie sind extrem genügsam und gedeihen sogar in Brack- und Salzwasser. Hinzu kommt ihre Fähigkeit, Kohlendioxid zu verwerten. Sie könnten künftig den CO₂-Ausstoß ganzer Industrien verringern. Kaum eine andere biologische Rohstoffquelle bietet so viele Einsatzmöglichkeiten: Neben Biokraftstoffen bilden Algen die Grundmasse für Baustoffe, Kosmetik, Nahrungsmittel, Medizinprodukte und sogar für Antibiotika. Darüber hinaus sind sie aussichtsreiche Kandidaten, um das Plastikproblem der Welt zu lösen.

Bislang ist es für viele Einsatzbereiche jedoch noch nicht möglich, ausreichend große Mengen Algen zu rentablen Konditionen zu züchten. Das Algentechnikum der TU München ist ein Forschungsprojekt, das dies vor allem für die Herstellung von Algenkerosin ändern soll. Die Chemiker und Biotechnologen des Fachgebiets "Industrielle Biokatalyse" haben überall auf der Welt nach der richtigen Mikroalge gesucht, die sich für eine industrielle Zucht eignen würde - und haben sie in Australien gefunden. "Im Südosten Australiens lebt eine robuste Mikro-Grünalgenart in extrem salzhaltigen Wüstenseen. Sie braucht wenig Pflege und für ihre Aufzucht muss kein wertvolles Süßwasser verschwendet werden", berichtet Garbe.

Bis zu 400000 Algenarten existieren auf der Welt, noch nicht einmal 20 Prozent sind erfasst

Algen lassen sich grob in zwei Gruppen teilen: In mikroskopisch kleine Mikroalgen und in mit dem bloßen Auge sichtbare Makroalgen wie etwa Seetang. Die australische Mikroalge ist einzeln nicht zu erkennen. Aber in den Becken des Algentechnikums färbt sie - im Wachstumsstadium vor ihrer Hungerkur - das Wasser leuchtend grün. Bevor die Forscher sie nach Deutschland holten, war sie hier noch nicht einmal bekannt, wie übrigens die allermeisten Algen. Bis zu 400 000 Arten existieren weltweit, noch nicht einmal 20 Prozent davon sind erfasst. Um nun den idealen Aufzuchtort für die australische Grünalge zu finden, betreibt die TU München gemeinsam mit der Firma Airbus zwei riesige High-Tech-Gewächshäuser nahe München, die jedes erdenkliche Klima künstlich erzeugen können.

Derzeit simulieren die Forscher in Ottobrunn das Klima der spanischen Küstenstadt Almería, um zu testen, ob dort genügend Grünalgen billig gedeihen könnten. "Die Algenzucht soll auf keinen Fall der Produktion von Lebensmitteln Konkurrenz machen, wie das heute bei deutschem Mais und Raps für Biokraftstoff der Fall ist", sagt Garbe. Deshalb haben sich die Forscher trockene Orte mit subtropischem Klima ausgesucht, wo ohnehin keine Landwirtschaft möglich ist. In diesen wüstenartigen Gegenden sollen die Algen in Zukunft in offenen Bioreaktoren gedeihen, in denen Pumpen das Wasser stetig umwälzen. Für die australische Alge muss das Wasser extrem salzig sein. Um eine gute Konzentration zu mischen, seien mehrere Salze getestet worden. "Mit bayerischem Brezn-Salz wachsen sie eindeutig am besten", sagt der Biochemiker.

Im Meer selbst wollen die Forscher nicht züchten. "Die Gefahr für ein Leck wäre zu groß. Es könnten Algenarten ins Meer gelangen, die dort große Umweltschäden verursachen", sagt Garbe. In einer Wüste hingegen störten Algenzuchtbecken eigentlich niemanden. Das Ziel ist laut Garbe, dass die Algen so viel CO₂ aus der Luft verbrauchen, wie die Flugzeugmotoren später bei ihrer Verbrennung als Kraftstoff herausschleudern würden - das Biokerosin wäre also CO₂-neutral. Nach Angaben der Biokraftstoff-Initiative der Deutschen Luftfahrt (Aireg) sollen von 2025 an regenerative und klimaneutrale Treibstoffe in bis zu zehn Prozent dem herkömmlichen Treibstoff beigemischt werden. "Flugzeuge können mit dem Algensprit ohne Probleme fliegen, einige Airlines haben es schon ausprobiert", fügt Garbe hinzu. Bis 2025 wird es das Münchner Forscherteam wohl schaffen: "Wir rechnen damit, dass wir in sechs bis neun Jahren mit der industriellen Algenzucht anfangen können."

Neben Kraftstoff gibt es noch ein weiteres Produkt, für das es eine umweltschonende Algen-Alternative gibt: Plastik. Der allgegenwärtige Allzweckstoff besteht wie Kerosin zu einem gewissen Teil aus Erdöl - und verursacht schon jetzt ein gewaltiges Umweltproblem. Allein in Europa produziert die Industrie jährlich 60 Millionen Tonnen Plastik. Es verrottet nach etwa 500 Jahren, bis dahin verdreckt es Strände und Meere. In den USA tüftelt schon seit Jahrzehnten ein Pionier der Algenforschung an einer

Alternative. Der von Forscherkollegen "Jesus of Algae" (Algenjesus) getaufte Stephen Mayfield hat ein Verfahren entdeckt, mit dem man Erdöl in Plastikprodukten kostengünstig durch Algenöl ersetzen kann. Sein erstes Produkt hat der Biotechnologe von der Universität San Diego gemeinsam mit einem lokalen Sportartikel-Hersteller auf den Markt gebracht: ein biologisch abbaubares Surfbrett aus Algen. In Kalifornien ist es angeblich bereits ein Renner. Tatsächlich geben einige Profisurfer wie etwa der Amerikaner John John Florence an, mit dem Algensurfbrett bestens ausgestattet zu sein. Mayfield ist begeistert, wenn er von Algen spricht: "Sie betreiben Fotosynthese, brauchen nur Sonnenlicht und etwas CO₂ und schon produzieren sie die tollsten Stoffe", schwärmt er. "Algen sind eine hervorragende Alternative für Erdölprodukte, denn eigentlich ist Erdöl ja nichts anderes als uraltes Algenöl." Erdöl bestehe aus Tieren, Pflanzen und eben aus Algen, die sich über Millionen Jahre unter hohem Druck und hohen Temperaturen zu Erdöl gewandelt hätten.

Auf dem gleichen Prinzip basiert die Idee des Ingenieurs Rémy Lucas. Dass sie funktioniert, zeigt er in einem Video: Er steht an einem bretonischen Strand, hält einen Plastikverschluss in der Hand und taucht ihn ins Meerwasser. Daneben hält er einen Zeitmesser. Nach einer halben Stunde erscheinen die ersten Löcher im Material, nach vier Stunden lassen die Wellen die letzten dunklen Bröckchen verschwinden. Der Verpackungsingenieur ist der erste, der Algengranulat für die Herstellung von Plastik in industriellem Maßstab herstellt, vor allem für Kinderspielzeug und Verpackungen. Die Produkte sind vollständig biologisch abbaubar, Reste können als Dünger verwendet werden. "Wir stellen auch Produkte her, die langsamer kompostieren, sodass sie für alle Einsatzzwecke geeignet sind", sagt Lucas. "Algopack" heißt die Firma, über das Herstellungsverfahren möchte Lucas nichts verraten. Nur so viel: Er verwendet tangartige Braunalgenarten, die in einer Zucht vor der bretonischen Küste gedeihen. Sie enthalten bestimmte Polymerverbindungen, die die Industrie für Plastikprodukte gewöhnlich mit Erdöl künstlich herstellt.

Sie leben in Glaspaneelen an der Wand des Wohnhauses, sie blubbern den ganzen Tag

Mehr als 2000 Tonnen Granulat hat Algopack 2013 umgesetzt. "Sogar in einigen Tablets steckt es", sagt Lucas mit Stolz. Das Verfahren hat er patentieren lassen, die Fabrik in Saint Malo hat er mit einer Armee von Kameras umstellt. "Die Nachfrage steigt und ich bin auf der Hut vor Industriespionage."

Dass Algen-Technologie derzeit richtig hip ist, zeigt außerdem ein Hamburger Wohnprojekt. Im Stadtteil Wilhelmsburg leben Menschen in einem Haus, dessen giftgrüne Fassade fortwährend blubbert. Der Betreiber der Pionier-Anlage, Martin Kerner, hat das viel beachtete "Hamburger Algenhaus" im Zuge der Internationalen Bauausstellung 2013 fertiggestellt - nicht ohne vorher erst einmal selbst überzeugt werden zu müssen. "Als mich ein Berliner Architektenbüro bat, Algen an einer Fassade zu kultivieren, wollte ich gute Argumente hören", sagt der Verfahrenstechniker trocken.

Denn nur hübsch aussehen und irgendwie modern sein, das war ihm zu wenig. Also stellte er sicher, dass die Algen einen echten Nutzen haben: Die Scenedemus- und Chlorella-Mikroalgen leben in etwa 70 Zentimeter breiten Glaspaneelen, die über etwa 200 Quadratmeter an der Fassade des Wohnhauses verschraubt sind. Sie betreiben Fotosynthese, verarbeiten also Lichtenergie und binden Kohlendioxid, erzeugen so Wärme, mit der die Menschen im Haus Räume und Wasser heizen.

Die Bewohner ihrerseits steuern ihr eigenes gereinigtes Abwasser bei, aus dem die Mikroalgen Nährstoffe ziehen. Eine nützliche Wohngemeinschaft, die den Bewohnern auf Dauer auch noch etwas einbringen könnte: "Es gibt einen großen Markt für Mikroalgen. Wir machen das zwar beim Pilotprojekt noch nicht, aber grundsätzlich können die Algen geerntet und zu etwa 30 Euro pro Kilo verkauft werden. Dann landen sie in Kosmetik oder Nahrungsergänzungsmitteln", berichtet Kerner. Die Glaspaneele sind auf der Südostfassade des viergeschossigen Hauses so miteinander verschraubt, dass die Flüssigkeit innerhalb der Fläche zirkulieren kann, unterstützt durch eine Luftzufuhr - das erzeugt das ständige Blubbern. Nachts ist es still, da betreiben die Algen ja keine Fotosynthese.

Schon bald könnten sie ihren ersten Weltraumausflug machen

Angeblich tragen die Geräusche zum Wohlbefinden der Bewohner bei. "Wenn ich auf der Terrasse sitze, habe ich eine Art plätschernden und beweglichen grünen Teppich um mich herum, das ist einfach lebendig." Künftig bekommen wohl mehr Menschen die Gelegenheit, in einem solchen Haus zu wohnen: Der Biologe und Verfahrenstechniker plant bereits neue Bauprojekte mit mehr als 1000 Quadratmeter Algenfassade.

Algen könnten in Zukunft außerdem Menschenleben retten, zum Beispiel bei Infektionen mit multiresistenten Erregern, gegen die gängige Antibiotika nicht mehr helfen. Manche Algenarten dagegen produzieren in ihren Zellen Stoffe, die sie vor Fressfeinden und Bakterien schützen. Deshalb suchen Wissenschaftler auch in der Natur nach neuen Wirkstoffen. Pharmazeuten wurden in der Ostsee vor Rügen fündig: Ein Cyanobakterium mit dem Namen Anabaena wirkt selbst gegen hartnäckige Krankenhauskeime. Um ein Antibiotikum zu entwickeln, wären aber noch viele Investitionen nötig gewesen. "Da hatten wir eine andere Idee", berichtet Gerold Lukowski, Leiter des Greifswalder Instituts für Marine Biotechnologie. Er entwickelte ein neues Verfahren, mit dem er die Cyanobakterien, früher auch Blaualgen genannt, in winzige Nanopartikel verwandeln konnte - und verarbeitete sie in einer Handcreme. Gemeinsam mit seinen Kollegen wies er die zuverlässige Wirkung der Hautcreme gegen MRSA nach, also den tödlichen, multiresistenten Keim Staphylococcus Aureus. "Viele herkömmliche antibiotische Wirkstoffe räumen die Haut sozusagen leer und beseitigen auch die harmlosen Keime", erklärt Lukowski. "So haben auf längere Sicht die gefährlichen Bakterien viel Platz, um sich auszubreiten." Die grüne Anabaena hemmt lediglich die Ausbreitung und Übertragung der Bakterien. Gibt ein infizierter Mensch, der die Creme nutzt, einem gesunden Menschen die Hand, behält er den Keim bei sich.

Cyanobakterien wie die Anabaena tummeln sich übrigens seit mindestens dreieinhalb Milliarden Jahren auf der Erde und waren als erste Wesen der Fotosynthese mächtig. Die offensichtlich so erfolgreichen Algen könnten es auch noch ins Weltall schaffen: Forscher des Instituts für Raumfahrtssysteme der Universität Stuttgart wollen sie in ein Lebenserhaltungssystem für Weltraum-Missionen einbauen. Darin soll die Algenart Spirulina das ausgeatmete Kohlendioxid der Astronauten "füttern" und im Gegenzug Sauerstoff produzieren. Im Jahr 2018 ist die erste Mission für die Algen auf der ISS geplant. Nachdem Spirulina dann ihren Dienst getan hat, soll sie bis zu 30 Prozent der Astronautennahrung ersetzen. Ob das schmeckt? Nun ja, das scheint eine der wenigen Disziplinen zu sein, in denen Algen keine Streber sind: Ihre Geschmacksnoten reichen von sehr salzig bis herb fischig.

URL: <http://www.sueddeutsche.de/wissen/biotechnologie-alleskoenner-1.3707648>

Copyright: Süddeutsche Zeitung Digitale Medien GmbH / Süddeutsche Zeitung GmbH

Quelle: SZ vom 14.10.2017

Jegliche Veröffentlichung und nicht-private Nutzung exklusiv über Süddeutsche Zeitung Content. Bitte senden Sie Ihre Nutzungsanfrage an syndication@sueddeutsche.de.