

Text

# Wenn Algen Gas geben

Schweizer Forscher verkünden einen Meilenstein bei der Methanherstellung aus Mikroalgen. Bis zum Grosseinsatz als Treibstoffquelle ist es aber noch ein weiter Weg



Baden im Algenfluss: In der grünen Masse liegt noch viel Potenzial

Foto: Reuters

Joachim Laukenmann

Chlorella vulgaris heisst die Mikroalge, die Dominik Refardt von der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaft (ZHAW) in Wädenswil kultiviert. Der Ökotechnologe hat eine Art Wasser-rutsche für Algen gebaut, auf der sie Sonne tanken können. Am Ende der meterlangen, leicht geneigten Rinne gelangt die Algenbrühe mittels Pumpen wieder hinauf an den Ausgangspunkt, und die Rutschpartie beginnt von vorne. Dank Fütterung mit Abwasser aus einer benachbarten Fischzucht, Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) aus einer Gasflasche und Energie aus Sonnenlicht gedeihen die Algen prächtig. «Nach einigen Wochen haben sich rund 30 Gramm Algen pro Liter Wasser angesammelt», sagt Refardt. Dann kann die Ernte eingefahren werden.

Mikroalgen wie C. vulgaris stehen hoch im Kurs, da sie potenziell sehr viel Biomasse pro Fläche liefern und nicht wählerisch sind: Sie geben sich mit Abwasser aus Kläranlagen oder Fischzuchten als Nahrung zufrieden und gedeihen in Süss-, Salz- oder Brackwasser. Dabei nehmen sie CO<sub>2</sub> aus der Luft oder aus dem Abgasstrom eines fossilen Kraftwerks als Bausubstanz auf. Wird aus den Algen hergestellter Treibstoff verbrannt, gelangt allenfalls wieder so viel CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre, wie dieser vorher entzogen wurde. Und da Mikroalgen auch auf unfruchtbarem Land kultiviert werden können, sind sie kaum eine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion.

Die Algenernte ist jedoch nur der erste Schritt. Den zweiten haben Forscher vom Paul-Scherrer-Institut (PSI) in Villigen und der

ETH Lausanne (EPFL) kürzlich vorgestellt, ebenfalls in Wädenswil. Aus einem mit Algenmasse gefüllten Kanister führt ein Schlauch zu einer komplexen, in einem Container installierten Anlage. Sie verwandelt Algen in Methangas. «Mit unserem SunCHem-Prozess haben wir einen Meilenstein gesetzt», sagt Projektleiter Christian Ludwig vom PSI und der EPFL. «Was die Umwandlung von Algenbiomasse in Methan betrifft, gehe ich davon aus, dass wir die Weltmeister sind.»

Der SunCHem-Prozess unterscheidet sich vor allem in einer Hinsicht von anderen Verfahren: Das Wasser, in dem die Algen schwimmen, fungiert als Reaktionsmedium. Die energieaufwendige Trocknung der geernteten Algen entfällt, was den SunCHem-Prozess sehr effizient macht.

## Gesamte Nährsalze können wiederverwendet werden

Entscheidend ist dabei, dass das Wasser in einen sogenannten überkritischen Zustand versetzt wird, in dem es die Aggregatzustände flüssig und gasförmig vereint. In der SunCHem-Anlage wird die leicht entwässerte Algenpampe dafür unter 300-fachem Atmosphärendruck auf rund 400 Grad erhitzt. Unter diesen überkritischen Bedingungen werden die in den Algen vorhandenen und teils aggressiven Salze unlöslich und fallen aus. «So erhalten wir praktisch die gesamten Nährsalze zurück und können sie in einem Kreislaufprozess wieder der Algenzucht zuführen», sagt Frédéric Vogel vom PSI, der das SunCHem-Verfahren in den letzten acht Jahren gemeinsam mit Ludwig entwickelt hat.

Die Algenbiomasse indes löst sich im überkritischen Wasser bestens und wird anschliessend mit einem Katalysator aus fein auf Aktivkohle verteiltem Rubidiummetall methanisiert. «60 bis 75 Prozent der in den Algen enthaltenen Energie wird so letztlich zu Biogas», sagt Vogel. Zum Vergleich: In einer gewöhnlichen Biogas-Anlage liegt die Energieausbeute bei rund 30 Prozent.

## «Methanisierung sinnvoller als die Herstellung von Biodiesel»

Nun sei die technische Machbarkeit dieser «hydrothermalen Methanisierung» belegt, sagt Ludwig. Das entstehende Biogas könne in einem Kraftwerk oder Fahrzeug direkt verbrannt oder für die Einspeisung ins Erdgasnetz aufbereitet werden. «Gerade in

der Schweiz, die ein gutes Erdgasnetz hat, ist die Methanisierung der Algen sinnvoller als die Herstellung von Biodiesel», sagt Ludwig. Langfristig sollen Mikroalgen sogar im grossen Massstab in Treibstoff verwandelt werden: Das Schweizer Forschungs-Kompetenzzentrum Biosweet (Biomass for Swiss Energy Future) hat die Vision, bis 2050 für die Schweiz 33 Petajoule Energie aus Algen zu gewinnen. Das entspricht in etwa dem Energie-Output des AKW Leibstadt.

Bis dahin ist es aber noch ein weiter Weg. Wie Refardt sagt, sei die Energiebilanz seiner Algenzucht quasi neutral. Das heisst: Er muss genau so viel Energie in Form von Nährstoffen und Strom für die Pumpe in die Anlage hineinstecken, wie nachher an chemischer

Energie in der Algenmasse herauskommt. Zusammen mit der Methanisierung wäre die Energiebilanz somit negativ. «Was Algen für Brennstoffe angeht, bin ich daher sehr skeptisch», sagt Jan van Beilen von der ETH Zürich, der 2009 einen Fachartikel zum Potenzial der Gewinnung von Biodiesel aus Algen verfasst hat. Das Hauptproblem: «Der reale Flächenertrag ist bei Algen viel tiefer, als es für eine deutlich positive Energiebilanz nötig wäre.»

## Grüne Hoffnungsträger für Pharma- und Kosmetikindustrie

Anderer Fachleute sehen jedoch durchaus ein realistisches Potenzial, insbesondere für die Methanisierung. «Die Verwandlung von Mikroalgen in Methan gilt in der Fachwelt als ein vielversprechender Ansatz», sagt Clemens Posten, Leiter des Bereichs Bioverfahrenstechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Denn hier wird im Gegensatz zur Produktion von Biodiesel die gesamte Algenbiomasse umgesetzt. Und wie eine von Ludwig, Vogel und Kollegen letztes Jahr publizierte Studie zeigt, kann der SunCHem-Prozess in Kombination mit anderen Methoden der Algenproduktion eine klar positive Energiebilanz aufweisen. «Dieses Erkenntnis ist neu und steht im Widerspruch zu früheren Resultaten», sagt Ludwig.

In einem sehr optimistischen Szenario, bei dem die Algenproduktion an allen Ecken und Enden optimiert wird, von der Algenkonzentration im Wasser bis zu den Stromkosten für die Pumpen, liesse sich je nach Produktionsmethode 3,7- bis 5,8-mal so viel Energie aus den Algen herausholen, als

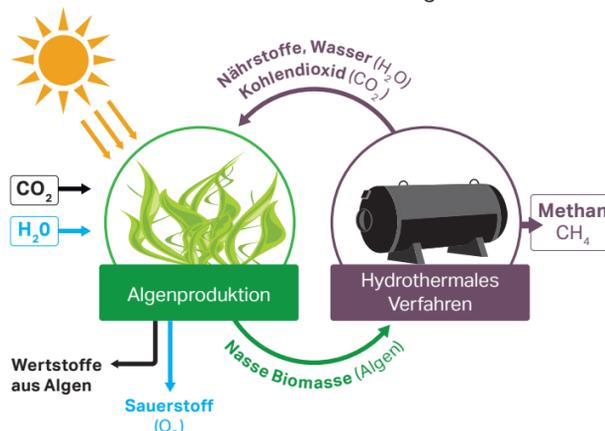
vorher hineingesteckt wurde. Und laut Vogel ist besonders bei der Algenzucht ein «sehr grosses Potenzial zur Kostenreduktion vorhanden».

Das bestätigt Refardt. Heute erzeugt seine kleine Anlage hochgerechnet rund 35 Tonnen Algen pro Hektare und Jahr. «In einem südlichen Land sollte das Doppelte möglich sein.» Andere Produktionsmethoden und gentechnisch optimierte Algen versprechen noch höhere Erträge bei tieferen Kosten. Die Preise pro Gigajoule erzeugter Energie könnten gemäss der Studie von heute rund 250 Franken auf 35 bis 60 Franken sinken. Das liegt im Bereich dessen, was derzeit für Biogas bezahlt wird, ist aber noch mindestens doppelt so viel, wie fossiles Erdgas kostet.

Aber nicht nur wegen der möglichen Treibstoffproduktion setzen Dutzende Unternehmen weltweit auf Algen. Denn aus Algen lassen sich noch andere Produkte herstellen. Das sind zuallererst hochpreisige Rohstoffe für die Kosmetik- und Pharmaindustrie sowie Nahrungsergänzungsmittel wie Omega-3-Fettsäuren. Und noch viel mehr Algenbiomasse könnte als Futter in die Mäuler von Tieren wandern, etwa in der Aquakultur. Allein für diese Hochpreissektoren winkt laut Ludwig ein globaler Markt von bis zu 6 Milliarden Franken pro Jahr. Der Treibstoff wäre zunächst nur ein Nebenprodukt.

«Parallel mit der Bedienung des hochpreisigen Marktes könnte sich die Technologie für die Algentreibstoffe weiterentwickeln», sagt Ludwig. Der Forscher ist zuversichtlich, dass Treibstoffe aus Algen dereinst günstiger sein werden als andere erneuerbare Alternativen.

## So funktioniert die SunCHem-Technologie



Mikroalgen wachsen in offenen Wasserbecken oder geschlossenen Reaktoren dank Zugabe von Nährstoffen, CO<sub>2</sub> und unter Sonnenlicht heran. Die nasse Biomasse wird mit einem hydrothermalen Verfahren zu Methan vergast. Die Nährstoffe, CO<sub>2</sub> und Wasser werden recycelt.

SoZ Candrian; Quelle: ZHAW, PSI