




Die Algen-Bioraffinerie

Öko-effiziente Bereitstellung von Stoffen und Energie in einer Algen-Bioraffinerie

 Wirtschaft | [Information](#)

Eine neue Rohstoff- und Energiequelle

Biomasse muss in der Zukunft einen Teil der fossilen Brennstoffe ersetzen, denn die Bundesregierung hat sich ambitionierte Ziele für den Einsatz erneuerbarer Energien im Verkehr gesetzt. Meist stellen Energiepflanzen wie Mais, Raps und Zuckerrüben das Rohmaterial dafür. Zu den flächenintensiven Kulturpflanzen existiert aber auch eine Alternative: Mikroalgen. Sie stehen nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion, wachsen sehr schnell und könnten zur CO₂-Bindung eingesetzt werden.

Auf einen Blick

Im Rahmen des Projektes Algen-Bioraffinerie erstellte das Fraunhofer Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB) eine Studie, in der Produktionsbedingungen sowie aufeinander aufbauende Nutzungspfade für und mögliche Produkte aus Mikroalgen eingehend untersucht wurden. Die Studie definierte die nächsten Schritte, die anstehen, damit in der Zukunft der neue Rohstoff Algen-Biomasse vollständig und abfallfrei in Chemikalien, Werkstoffe, Energiegüter sowie Lebensmittelprodukte umgewandelt werden kann.



Projektinformationen

 [Förderprogramm](#)

Innovative Klimaschutzprojekte

 [Projektlaufzeit](#)

1. September 2010 bis 30. Juni 2011

 [Projektnehmer](#)

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

[Förderkennzeichen](#)

03KSE014

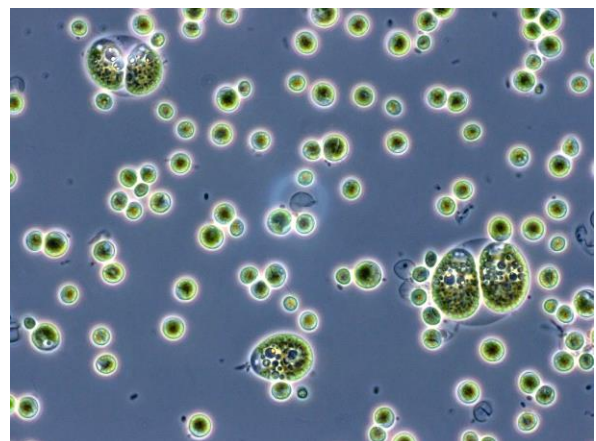
[Fördersumme](#)

238.000 Euro

[Kontakt](#)

info@igb.fraunhofer.de

www.igb.fraunhofer.de



Algen in der Wachstumsphase



Wirtschaftlich und nachhaltig: Der 10⁻¹ Ansatz

Das Interesse, Algen als neuen Energieträger und Rohstofflieferanten zu nutzen, ist groß. Allerdings gab es im Jahr 2010 weltweit noch keine Bioraffinerie auf Algenbasis. Das liegt nicht zuletzt auch an den hohen Investitionen, die erforderlich sind, um eine Algenraffinerie, eine Mikroalgenproduktion sowie die anschließende Verwertung aller Rohstoffbestandteile im industriellen Maßstab einzurichten. Die größten Anteile an den Produktionskosten für die Algen machen die Investitionskosten für die Anlage (49 Prozent) und die Personalkosten (28 Prozent) aus.

Zusätzlich gab es im Jahr 2010 noch keine ausreichenden analytischen Vorarbeiten, die die technischen und wirtschaftlichen Potenziale genau definierten.

Die wichtigste Voraussetzung für den Einsatz des nachwachsenden Rohstoffs Mikroalge im industriellen Maßstab ist die Kostenreduktion um den Faktor zehn entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Im Fokus der Studie stand deshalb der 10⁻¹ Ansatz. Dieses Konzept nimmt den Herstellungspreis der Mikroalgen (Stand 2010) unter die Lupe. Nur wenn sich dieser um mindestens den Faktor zehn verringert, wäre die neue klimafreundliche Rohstoffquelle auch für eine Anwendung in der Chemie lukrativ.

Erreicht werden kann dies durch den Einsatz von Großanlagen sowie durch neue Dimensionen in der Serienfertigung von Reaktorkomponenten zur Algenkultivierung. Erst dann können Massenprodukte für Chemie und Lebensmittel im mittleren und unteren Preissegment zu einem konkurrenzfähigen Betrag hergestellt werden.

Was sollte das Projekt erreichen?

- Darstellung der Nutzungspfade und Verwertungsoptionen für Mikroalgen;
- Definition des Forschungs- und Entwicklungsbedarfs für diesen Bereich;
- Schaffung der Grundlagen für die Erprobung der Algenkultivierung innerhalb einer Pilotanlage;
- verstärkter Einsatz von Biomasse als Rohstoffquelle und damit verbundene CO₂-Reduktion.

Algen – die Multitalente

Algen beinhalten überraschend viele wirtschaftlich verwertbare Bestandteile. Neben den berühmten Omega-3-Fettsäuren und Beta-Carotin, die zusammen nur einen Bruchteil des Rohstoffmaterials ausmachen, bestehen Algen aus Proteinen, Lipiden (Öle) und Kohlenhydraten. In der Massenproduktion bieten sich für jeden dieser Bestandteile verschiedene Verarbeitungswege an, die zu vielen unterschiedlichen Endprodukten führen können.

Diese können wiederum Erdölprodukte ersetzen: So ist es zum Beispiel möglich, aus den Fetten über verschiedene Verarbeitungsstufen Ausgangsstoffe für die Herstellung von Kunststoffen, Lacken und Farben, Biodiesel, Kerosin oder Schmierölen zu gewinnen. Die Zuckerverbindungen liefern Ethanol, das als Kraftstoff aber auch als Ausgangsstoff für Vorstufen der Plastikherstellung dient. Nicht zuletzt eignet sich der Proteinanteil zum Beispiel als Futtermittel für die Fischeaquakultur. Am Ende bleibt ein unterschiedlich zusammengesetzter Algenrest übrig. Aber auch dieser lässt sich noch verwerten und zum Beispiel zu Biogas, Synthesegas oder Wasserstoff weiterverarbeiten.



Was hat das Projekt erreicht?

- Erkenntnisgewinn, dass Algen prinzipiell flächenintensive Energiepflanzen in der Zukunft ersetzen könnten und durch die ergänzende Nutzung der Algen zur CO₂-Bindung ein Mehrwert erzeugt werden kann;
- Konzeptentwicklung für die Errichtung einer Pilotanlage;
- Darstellung der Nutzungspotenziale für den Einsatz von Algen in der Massenproduktion.

Algenkultivierung im offenen Becken und im Photobioreaktor

Mikroalgen sind einzellige, phototrophe (das heißt sich zur Lichtquelle hinwendende) Organismen. Damit sind sie in der Lage, das Sonnenlicht effizienter zu nutzen als andere Pflanzen. Sie weisen eine höhere Biomasseproduktivität auf.

Für die Kultivierung der Mikroorganismen eignen sich zwei konkurrierende Verfahren. Etabliert ist bereits das System offener Becken (Englisch: open pond). Solche Algenproduktionsanlagen stehen in den USA, Israel und Japan. Diese Art der Kultivierung erlaubt jedoch nur eine geringe Prozesskontrolle, bringt hohe Erntekosten mit sich und erzeugt Algen mit einem geringen Fettgehalt. Alternativ dazu gewährleistet das geschlossene System der Photobioreaktoren schnelles Wachstum und hohe Biomassekonzentrationen. Es passt damit optimal zu den phototropen Eigenschaften der Algen. Die Reaktoren sorgen für eine künstliche Durchmischung der Biomasse, die damit das Licht deutlich besser verwerten kann und schnell erntereif wird.

Die Studie empfiehlt diesen zweiten Anlagentyp auch, weil dadurch exakt reproduzierbare und optimierbare Kultivierungsbedingungen gegeben sind.

Die Pilotanlage

Praktischer Hintergrund bei der Erstellung der Studie war der Plan des Fraunhofer Instituts, im Rahmen der Errichtung des Chemisch-Biologischen Prozesszentrums am Industriestandort Leuna eine Algenproduktionsanlage im Pilotmaßstab zu bauen. Dazu mussten nicht nur innovative Prozess- und Verwertungskonzepte entwickelt werden. Zusätzlich bewerteten die Forscherinnen und Forscher die Marktpotenziale und untersuchten die Herstellungsbedingungen für die Algen.

Wie ging es weiter?

Das Fraunhofer Institut etablierte bis 2012 das Chemisch-Biotechnologische Prozesszentrum am Standort Leuna und baute eine Algenproduktionsanlage im Pilotmaßstab.

Beitrag zum Klimaschutz

Mit der Studie zeigt die Fraunhofer-Gesellschaft die Potenziale der Algenverwertung im Rahmen einer Bioraffinerie auf. Sie bietet einen doppelten Klimanutzen: Zum einen liefern die Mikroorganismen alle Vorteile eines nachwachsenden Materials. Die aus der Biomasse herstellbare, höchst umfangreiche Produktpalette kann viele Erzeugnisse aus Rohöl oder anderen fossilen Rohstoffen klimaneutral ersetzen. Die Emissionen, die bei der stofflichen Nutzung von Erdöl oder Kohle entstehen, könnten damit eingespart werden – vorausgesetzt, die Industrie stellt ihre Verfahren auf die neue Materialquelle um.

Zum anderen könnten Abgasströme, wie etwa aus Verbrennungsprozessen in Kraftwerken, Zementfabriken oder der chemischen Industrie zur Düngung der Algen genutzt werden. Algen benötigen neben den Nährstoffen Stickstoff, Phosphor und Kalium zum Wachsen CO₂ und könnten somit CO₂ aus Abgasströmen binden – bis zu 1,85 Kilogramm CO₂ pro Kilogramm Algenmasse.



Tipps und Tricks für interessierte Institutionen

Das Konzept der Algen-Bioraffinerie ist ein aussichtsreicher Ansatz, die Kraftstoffproduktion mit der Vermeidung und Minderung von CO₂ zu verbinden. Noch ist allerdings weitere Forschung sowie die Erprobung von Konzepten in Pilotprojekten notwendig.

Checkliste der Erfolgsfaktoren

- Vor der Errichtung von Pilotanlagen sind gründliche Vorstudien sinnvoll, die die Potenziale identifizieren und vorhandene Erfahrungen bündeln;
- um die Potenziale der Algen-Biomasse genau zu beschreiben, muss die gesamte Wertschöpfungskette Berücksichtigung finden.

Geeignete Algen auswählen

Es gibt viele verschiedene Mikroalgen. Ein wichtiges Forschungsfeld ist daher die Überprüfung von Algenstämmen nach Kriterien, die für die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems ausschlaggebend sind (das sogenannte Algenscreening).

Zu diesen Kriterien gehören die Inhaltsstoffe der Mikroorganismen, die Wachstumsgeschwindigkeit auch unter Freilandbedingungen sowie die optimalen Temperatur- und Lichtverhältnisse. Zur Optimierung sollten Algenstämme gesucht werden, die Nährstoffe aus Abwässern oder Gärresten aus Biogasanlagen umbauen können.

Wachstum optimieren

Für die Herstellung des Rohstoffs Mikroalge muss auch die Photobioreaktor-Technologie weiterentwickelt werden. Die Produktionskosten der Anlagen aber auch die Steuerung der Wachstumsprozesse sollten durch

gezielte weitere Forschungsprojekte in Pilot- und Demonstrationsanlagen optimiert werden.



180-Liter-Reaktormodule der Freilandanlage am Fraunhofer Institut in Leuna

Verarbeitungsschritte der Algen noch besser analysieren

Für jeden Prozessschritt besteht noch weiterer Forschungsbedarf. Chemische, thermische und/oder mechanische Prozesse müssen entwickelt oder optimiert werden, die aus der feuchten Biomasse die wasser- und fettlöslichen Bestandteile schonend extrahieren.

Darüber hinaus sind weitere thermochemische, chemokatalytische und biotechnologische Verfahren gefragt, die eine wertsteigernde Parallelverarbeitung der Öle, Kohlenhydrate und Eiweiße ermöglichen. Der Anschluss an bestehende Technologien zur Verarbeitung von Pflanzenöl wäre außerdem sinnvoll.



Weiter auf dem Weg zur Algen- Bioraffinerie

Das Fraunhofer Institut empfiehlt in seiner Studie die Forschung, Entwicklung und Innovation entlang der gesamten Bioraffinerie-Wertschöpfungskette vom Rohstoff über die Verfahren und Prozesse der Primär- und Sekundärraffination bis hin zum Endprodukt. Außerdem ist es nötig, nachhaltige Bioraffinerie-konzepte rasch vom Forschungsstadium in die Serienreife kommerzieller Anlagen zu überführen.

Klimaschutz braucht Initiative

Die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundesumweltministeriums unterstützt seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Die Förderung erstreckt sich von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Maßnahmen. Die guten Ideen aus den Projekten tragen dazu bei, den Klimaschutz vor Ort zu verankern. Hiervon profitieren Verbraucherinnen und Verbraucher, Kommunen, Unternehmen und Bildungseinrichtungen.

Impressum

Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) Referat Öffentlichkeitsarbeit · 11055 Berlin · service@bmub.bund.de · www.bmub.bund.de

Redaktion: BMUB, Referat KI I 2 · Arepo Consult · Januar 2018

Bildnachweise und Lizenzen: Bild (Algen/Pilotanlage): © Fraunhofer IGB, Stuttgart

Quellen: Die Zusammenfassung basiert auf dem Abschlussbericht des Projektes sowie auf weiteren Veröffentlichungen in Fachmedien.