

Alexander Buck

Rohstoff Mikroalge

**Innovative Technologien zur
Kraftstoffgewinnung**

**Buck, Alexander: Rohstoff Mikroalge: Innovative Technologien zur Kraftstoffgewinnung.
Hamburg, Diplomica Verlag GmbH 2015**

Buch-ISBN: 978-3-8428-8490-8

PDF-eBook-ISBN: 978-3-8428-3490-3

Druck/Herstellung: Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2015

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und die Diplomica Verlag GmbH, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Alle Rechte vorbehalten

© Diplomica Verlag GmbH

Hermannstal 119k, 22119 Hamburg

<http://www.diplomica-verlag.de>, Hamburg 2015

Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Herausforderungen des 21. Jahrhunderts	3
2.1 Das Bevölkerungswachstum.....	3
2.2 Die Endlichkeit fossiler Ressourcen.....	3
2.3 Der Klimawandel.....	6
3. Mikroalgen und deren Gewinnungsprozess.....	8
3.1 Stand der Forschung und Besonderheiten von Mikroalgen.....	8
3.2 Ausgewählte Arten erforschter Mikroalgen	10
3.3 Verschiedene Systeme zur Kultivierung der Mikroalgen.....	12
3.3.1 Offene Systeme	12
3.3.2 Geschlossene Systeme	14
3.3.3 Gegenüberstellung der Kultivierungssysteme	18
3.4 Ernteprozess.....	21
3.4.1 Erste Stufe	22
3.4.2 Zweite Stufe.....	25
3.4.3 Gegenüberstellung der Erntesysteme	27
4. Endprodukte	29
4.1 Direktnutzung	32
4.1.1 Anaerobe Vergärung	32
4.1.2 Thermische Nutzung	33
4.1.3 Gewinnung hochpreisiger Wertstoffe.....	33
4.2 Weiterverarbeitung des Algenöls	34
4.2.1 Aufreinigung des Algenöls.....	34
4.2.2 Chemische Umesterung.....	35
4.2.3 Hydrocracken	36
4.3 Nutzung der Extraktionsrückstände.....	37
4.3.1 Direktnutzung und anaerobe Vergärung.....	37
4.3.2 Hydrothermale Karbonisierung	37

5. Nutzenpotentiale und Nachhaltigkeit anhand des Inputs	39
5.1 Benötigter Input.....	39
5.1.1 Klimatische Bedingungen	40
5.1.2 Wasser	43
5.1.3 CO ₂	44
5.1.4 Nährstoffe	47
5.1.5 Elektrische Energie	50
5.1.6 Standorte.....	50
5.2 Ausgewählte aktuelle Projekte	52
5.2.1 Blue Petroleum	52
5.2.2 Aufzucht von Algen in Abwasseraufbereitungsanlagen	54
5.2.3 Biogasaufreinigung.....	56
5.3 Nachhaltigkeitsstandards	57
6. Chancen und Möglichkeiten.....	59
Literatur	I
Abkürzungsverzeichnis	XI
Abbildungsverzeichnis	XIII
Tabellenverzeichnis	XIII

1. Einleitung

Der stetig steigende Energiebedarf, die rapide zunehmende Weltbevölkerung sowie der Klimawandel haben in den vergangenen Jahrzehnten zu einer immer stärker werdenden Nachfrage nach regenerativen Energieträgern geführt. Diese können aus nachwachsenden Rohstoffen, wie der Biomasse von Landpflanzen, gewonnen werden. Die Bandbreite ihrer Endprodukte reicht von Pflanzenöl über Biodiesel bis hin zu Biogas.

Seit einigen Jahren wächst jedoch die Kritik an den genannten Produkten, da die Folgen ihrer Produktion wesentlich weitreichender sind, als zu Beginn angenommen. Die Nutzenkonkurrenz auf den Feldern und die vermehrte Nachfrage nach Pflanzenöl für die Biodieselproduktion haben weltweit zu steigenden Nahrungsmittelpreisen und vermehrtem Hunger in Entwicklungsländern geführt. Um diesem Hunger entgegen zu wirken, wurden neue Anbauflächen benötigt, welche oftmals durch die Rodung von Regenwäldern geschaffen wurden.

So stehen die ehemals hochgelobten Biotreibstoffe heute im Verdacht, den Welthunger zu verstärken, Ökosysteme unwiederbringlich zu zerstören und somit das Gegenteil einer sozial und ökologisch vertretbaren Alternative zu fossilen Brennstoffen darzustellen. Dies wirft die Frage auf, ob die bisherigen Quellen für Biomasse noch zeitgemäß sind und welche alternativen Quellen für nachwachsende Rohstoffe in Frage kommen.

Dieses Buch soll die Fragen beantworten, welchen Beitrag Mikroalgen zu einer nachhaltigen Energieversorgung leisten können und wie diese neue Technologie ökologisch, ökonomisch und sozialverträglich ausgebaut und vorteilhaft in vorhandene Strukturen und Systeme integriert werden kann.

Um diese Fragen zu beantworten, wird zu Beginn ein grundlegendes Verständnis für den Organismus Mikroalge geschaffen und ihre Vorteile gegenüber konventionellen Energiepflanzen aufgezeigt. Im weiteren Verlauf werden verschiedene relevante Einflussfaktoren bei der Produktion von erneuerbaren Energieträgern mittels Mikroalgen betrachtet und parallel die ökologisch und ökonomisch sinnvollsten Kombinationen herausgestellt. Somit lässt sich ein Bild der Nachhaltigkeit über den kompletten Produktionsprozess zeichnen.

Um die Brisanz der Suche nach alternativen Energiequellen herauszustellen, werden in Kapitel zwei das rasante Bevölkerungswachstum und die Reichweite der fossilen Ener-

gieträger genauer betrachtet. Das dritte Kapitel schafft das für die Thematik nötige Basiswissen über Mikroalgen im Allgemeinen und geht auf deren Besonderheiten sowie Vorteile gegenüber konventionellen Energiepflanzen und anderen regenerativen Energieträgern ein. Anschließend werden die heute verfügbaren Kultivierungssysteme und Ernteverfahren erklärt. Im vierten Kapitel wird eine Übersicht über die zur Energieversorgung relevanten Endprodukte sowie deren Herstellungsverfahren gegeben. Der erste Teil des fünften Kapitels benennt die nötigen Inputs und entstehenden Stoffströme, die für die Kultivierung von Mikroalgen notwendig sind und geht gleichzeitig auf Möglichkeiten ein, diese ökonomisch und ökologisch sinnvoll in bereits bestehende Stoffkreisläufe und Versorgungsstrukturen zu integrieren. Im zweiten Teil werden dann aktuelle Projekte und Anlagen vorgestellt, die den momentanen Stand der Technik abbilden und dem Leser einen Überblick über diese ermöglichen. Kapitel sechs schließt mit einem Fazit und einem Ausblick in die Zukunft ab.

Um dem Umfang der Untersuchung überschaubar zu halten, werden nur Mikroalgen in von Menschen geschaffenen Systemen betrachtet. Makroalgen sowie jegliche Art von frei in der Natur wachsenden Algen, einschließlich Methoden wie Geoengineering, finden hier keine Erwähnung.

2. Herausforderungen des 21. Jahrhunderts

2.1 Das Bevölkerungswachstum

Bedingt durch das stetig steigende Bevölkerungswachstum und das Streben der Schwellen- und Entwicklungsländer nach westlichen Lebensstandards, zeigen Zukunftsprognosen einen ebenso steigenden Energiebedarf. Im Jahr 2050 werden laut einer Studie der UN, welche eine mittlere Wachstumsrate annimmt, 9,2 Mrd. Menschen die Erde bevölkern – 2,5 Mrd. mehr als heute.¹

Sollte dieses Szenario eintreten, könnte sich der Primärenergiebedarf innerhalb der nächsten 40 Jahre verdoppeln. Das Unternehmen Shell errechnet in einer Studie aus dem Jahr 2008 einen Anstieg des weltweiten Primärenergiebedarfs von 417 EJ (2000) auf 769 EJ bzw. 880 EJ (2050), je nach Szenario.² Betrachtet man die Prognosen der Internationalen Energieagentur, könnte bereits 2035 ein Weltprimärenergiebedarf von 755 EJ erreicht werden, wenn der bisherigen Entwicklung politisch nicht gegengesteuert wird. Dieser zunehmende Verbrauch soll zum Großteil aus fossilen Energien gedeckt werden.³

2.2 Die Endlichkeit fossiler Ressourcen

Der „Key Energy Statistics“ - Bericht der Internationalen Energie Agentur aus dem Jahr 2011 zeigt für die weltweit eingesetzten Primärenergieträger die in Abbildung 1 dargestellte Verteilung. Aus dieser wird ersichtlich, dass die Menschheit momentan rund 86,7 % ihres Primärenergieverbrauches aus nicht erneuerbaren Energiequellen bezieht.

¹ Vgl. UN (2007), S. 7.

² Vgl. Shell (2008), S. 46.

³ Vgl. IEA (2011), S. 46.