



**BIOSOLAR
ZENTRUM**

Eine Kooperation der GICON-Firmengruppe
und der Hochschule Anhalt

GICON®



Kultivierung von Mikroalgen

Photobioreaktor-Systeme

vom Reagenzglas bis zur
modularen Produktionsanlage



Mischbehälter der Mikroalgenplattform im Biosolarzentrum an der Hochschule Anhalt, Köthen



**BIOSOLAR
ZENTRUM**

Eine Kooperation der GICON-Firmengruppe
und der Hochschule Anhalt

GICON®



Dr. Reiner Haseloff (Ministerpräsident von Sachsen-Anhalt) bei der Eröffnung des Biosolarzentrums 2013 in Köthen.

Die GICON Großmann Ingenieur Consult GmbH wurde 1994 als privates und unabhängiges Unternehmen gegründet. Seitdem hat sich GICON zu einer international anerkannten Firmengruppe mit rund 350 festen und 150 freien Mitarbeitern entwickelt. Niederlassungen in ganz Deutschland und Büros in mehreren Ländern Europas, Asiens und Nord- und Südamerikas gewährleisten die Nähe zu unseren Kunden.

GICON bietet seinen Kunden eine große Bandbreite an Produkten und Dienstleistungen. Je nach Aufgabenstellung schließen sich die Mitarbeiter innerhalb der Firmengruppe zu interdisziplinären Teams zusammen. So ergänzen sich die Kompetenzen, Synergieeffekte werden genutzt und der Auftraggeber erhält die bestellte Leistung kompetent aus einer Hand.

Neben Erfahrung und Fachwissen steht GICON auch für Innovation und Technologieentwicklung. Aus einer Kooperation von GICON und der Hochschule Anhalt ist das mitteldeutsche Biosolarzentrum hervorgegan-



**HUGO
JUNKERS
PREIS**

FÜR FORSCHUNG
UND INNOVATION
AUS SACHSEN-ANHALT

2013 erhielt das mitteldeutsche Biosolarzentrum den 3. Platz des Hugo-Junkers-Preis als "Innovativste Allianz"

gen. Durch hochwertige Technikumsanlagen, moderne Labore und engagierte Mitarbeiter, die in enger Zusammenarbeit mit der Hochschule Anhalt neue Ideen umsetzen, ergeben sich stetige Weiterentwicklungen und Qualitätssteigerungen der bestehenden Produkte und Verfahren. Das mitteldeutsche Biosolarzentrum wurde 2013 mit dem Hugo-Junkers-Preis des Landes Sachsen-Anhalt in der Kategorie „Innovativste Allianz“ geehrt.

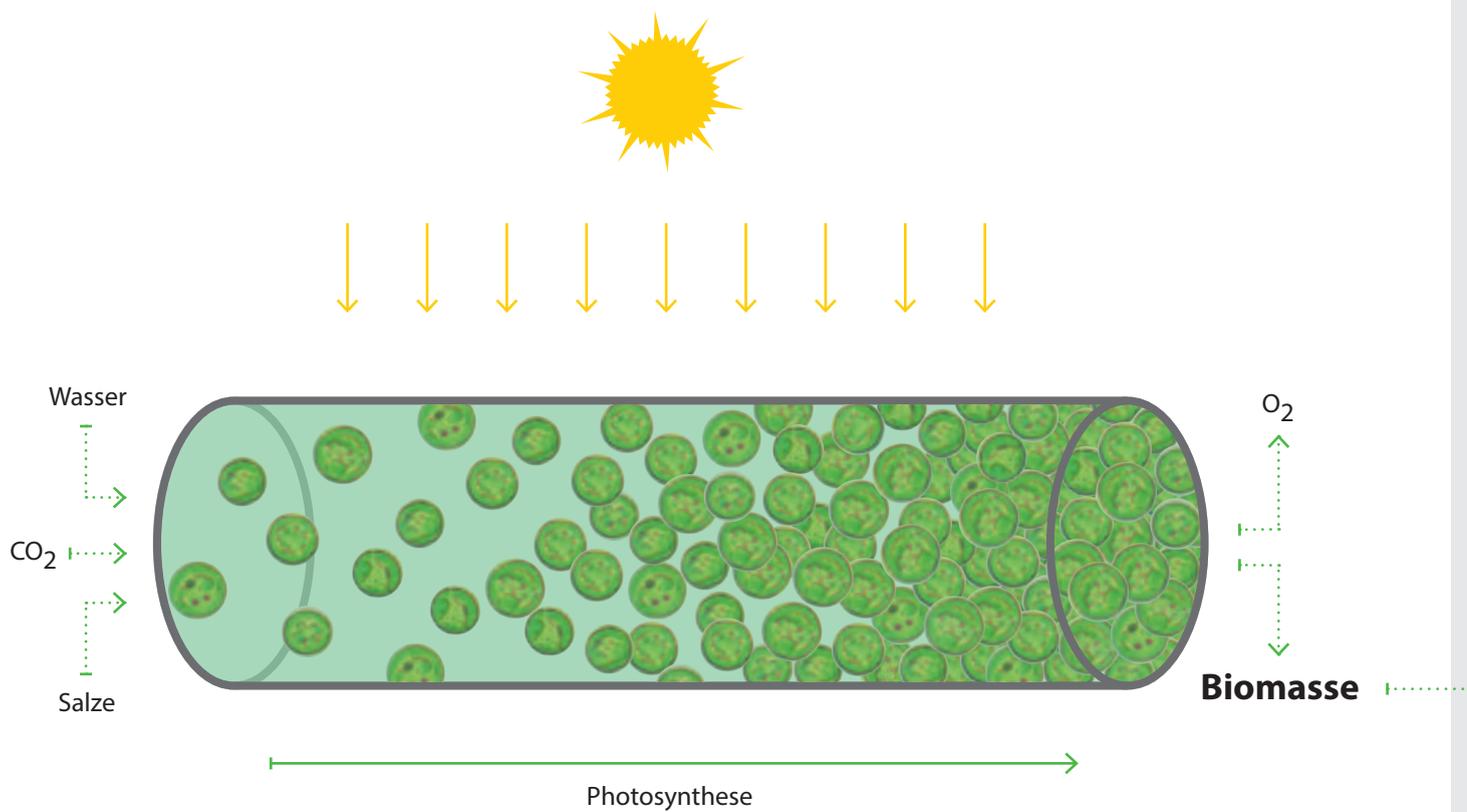
Leistungen der GICON-Firmengruppe und des Biosolarzentrums im Bereich Photobioreaktor-Systeme:

- Anlagenplanung
- Genehmigungsverfahren
- Anlagenbau und Bauüberwachung
- Technologieentwicklung
- Effizienzsteigerung
- Mikroalgenscreening, Biomasseproduktion und Wertstoff-Analytik

DIE MIKROALGE

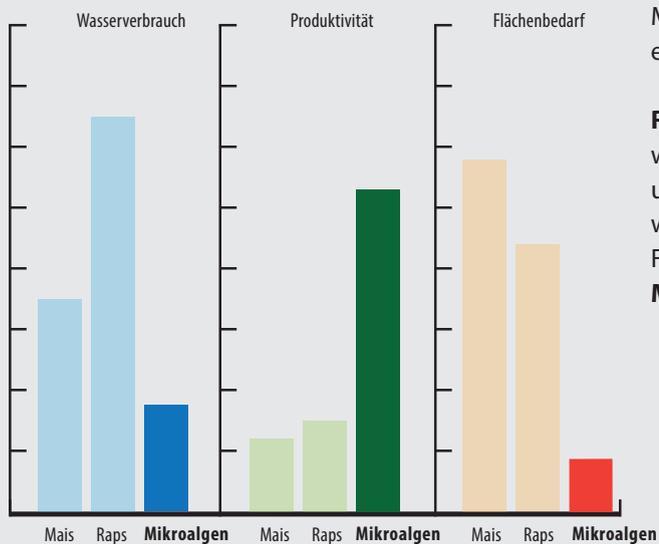
HOFFNUNGSTRÄGER EINER BIOBASierten ZUKUNFT

- meist im Wasser vorkommende, eukaryotische Mikroorganismen, die **Photosynthese** betreiben
- hohe **Artenvielfalt**: weltweit über 500.000 Algenspezies, nur 20 technologisch genutzt
- wichtiger **Primärproduzent**: bauen 1/3 der weltweiten Biomasse und 50 % des atmosphärischen Sauerstoffes auf
- höhere **Biomasse**-Produktion gegenüber komplexen Pflanzen
- **ganzjährig** verfügbar
- reduzierter **Bedarf** an Makronährstoffen
- **gesamte** Biomasse kann genutzt werden



DIE VORTEILE DER MIKROALGE:

Ressourcenschonend - Algen können in Süß-, Brack- oder Meerwasser kultiviert werden. Dabei zeichnet sie ein **geringer Flächenbedarf und geringer Wasserverbrauch** aus. Nutzflächen für die Nahrungsmittelproduktion werden dadurch nicht belegt.

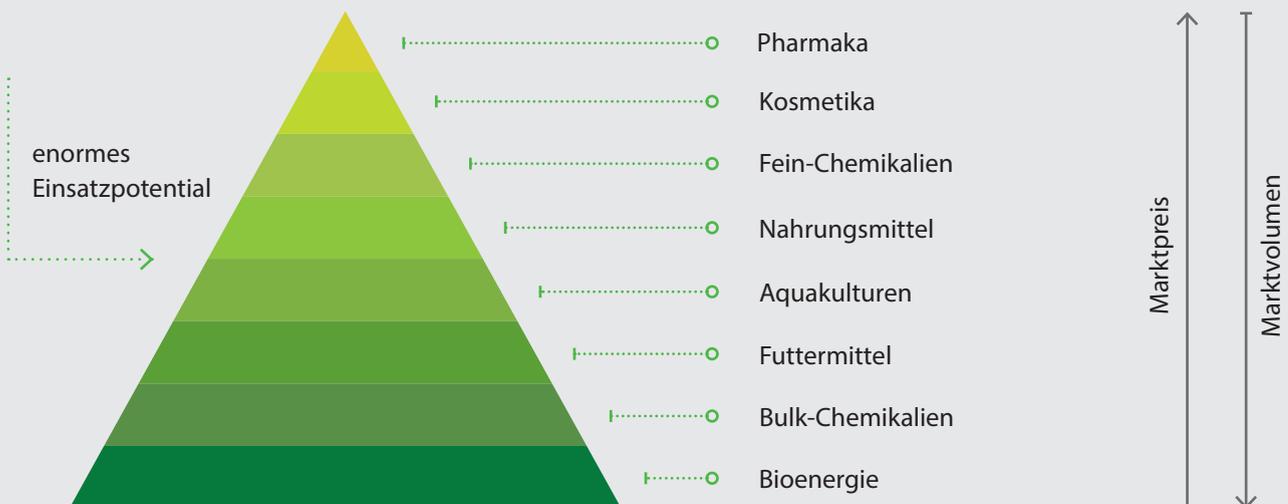


CO₂ - Fixierung - Mikroalgen nutzen CO₂ als Kohlenstoffquelle und produzieren Sauerstoff und Biomasse.

Energieeffizient - 5-10 mal bessere Umwandlung der aufgenommenen Sonnenenergie in Biomasse im Vergleich zu terrestrischen Pflanzen. Somit holen Mikroalgen mehr aus der Sonne heraus und wachsen effizienter.

Reich an Inhalts- und Wertstoffen - Mikroalgen weisen einen hohen Protein- und Lipidgehalt auf und besitzen eine Fülle **wertvoller Inhaltsstoffe**, wie Pigmente, Carotinoide, Vitamine, essentielle Fettsäuren u.v.m. Damit erweisen sie sich als **Multitalente** mit enormem Einsatzpotential.

PRODUKTPYRAMIDE



DER GICON®-PBR (PHOTOBIOREAKTOR)

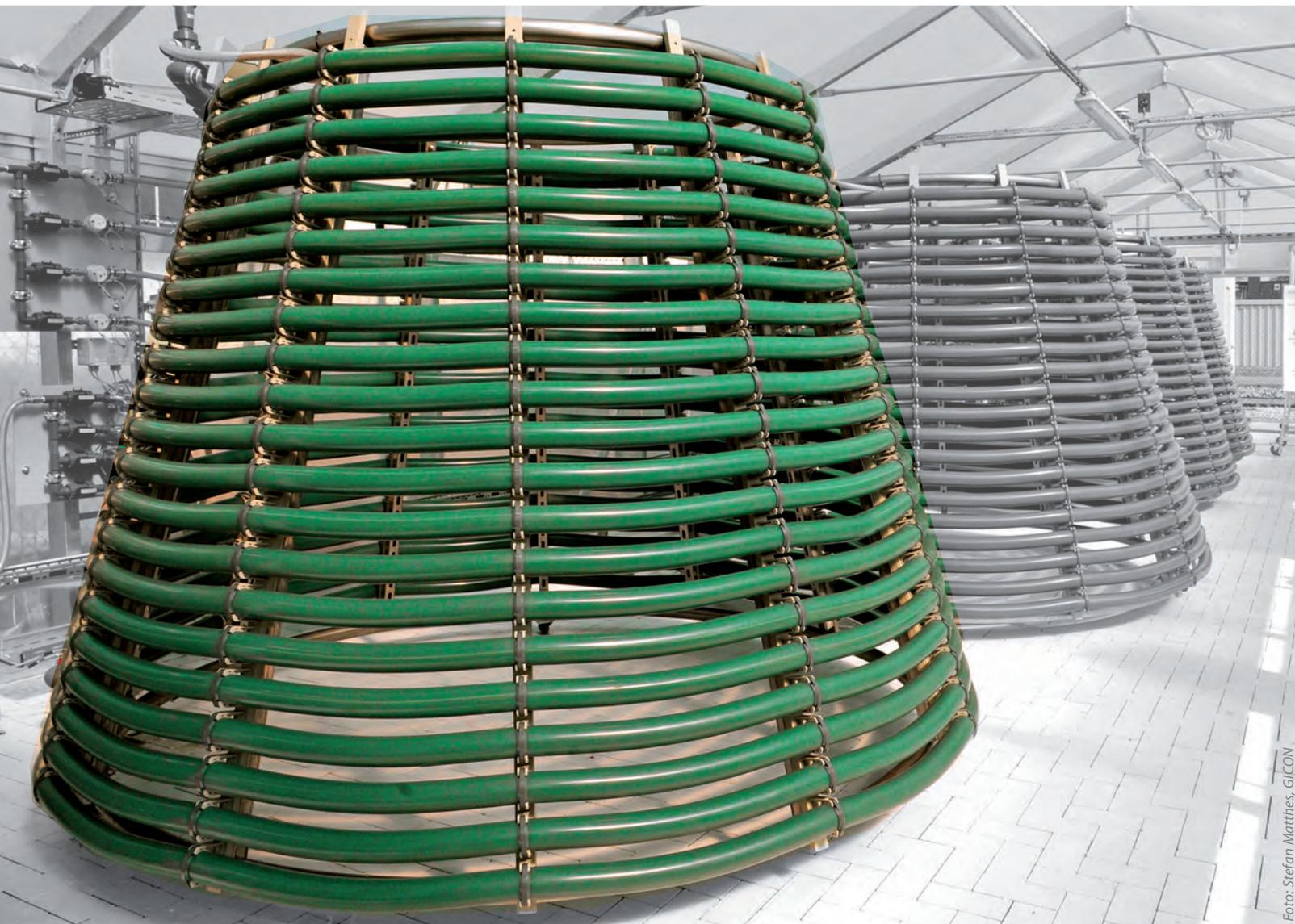


Foto: Stefan Matthes, GICON

GICON®-PBR des Biosolarzentrums auf dem Gelände der Hochschule Anhalt.

Eine stabile und ressourcenschonende Produktion von Mikroalgenbiomasse erfordert ein Kultivierungssystem mit einem hohen Maß an Effektivität und Steuerbarkeit. Eine Prozessführung im idealen Wachstumsbereich der Mikroalgen bedingt eine schonende Temperierung bei effektiver Versorgung mit Sonnenlicht. Der innovative GICON®-PBR nach dem Tannenbaumprinzip bündelt erstmalig die Hauptanforderungen an Photobioreaktorsysteme für stabile Wachstumserträge.

Hierfür ist der Photobioreaktor bereits als „Innovation des Monats“ (Mai 2012) des German Center for Research & Innovation in New York ausgezeichnet worden.

German Center for Research and Innovation – New York



**Germany
Land of Ideas**

FORMGEBUNG DES GICON®-PBR - GELERNT VON DER NATUR

Der Reaktor besteht, je nach Bedarf, aus mehreren kegelstumpfförmigen Grundkonstruktionen, die als Halterungen für das flexible Doppelschlauchsystem fungieren. Das biomimetische Design erinnert an

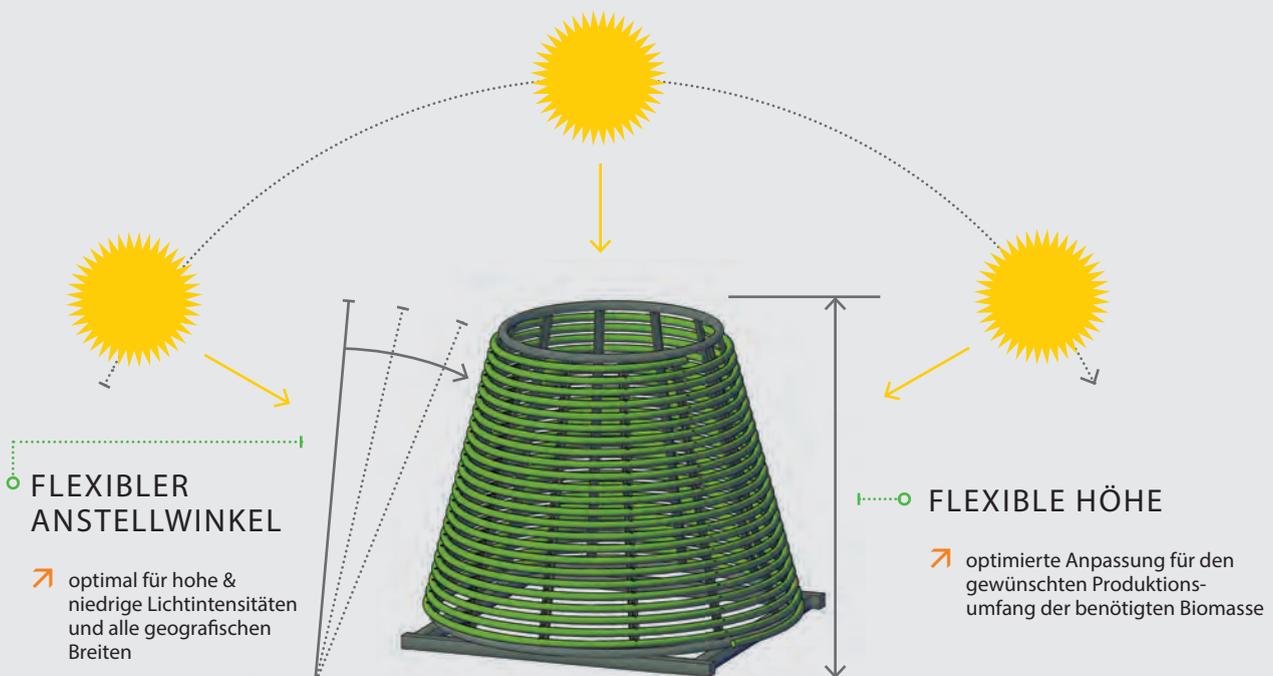
einen Tannenbaum (Tannenbaum-Lichtkollektor-Modul, kurz: TLM). Für einen Photobioreaktor werden mehrere TLM zu einem Wald zusammengefasst.



ADAPTIVE GEOMETRIE

Die Geometrie des GICON-PBR sichert eine optimale Lichtversorgung über den ganzen Tag. In Abhängigkeit der geografischen Breite wird das Reaktordesign in

Bezug auf den Anstellwinkel und die Reaktorhöhe für einen effektiven Lichteintrag einmalig adaptiert.



DIE PLATTFORM-TECHNOLOGIE

VERSCHIEDENE LÖSUNGEN FÜR INDIVIDUELLE BEDÜRFNISSE

Der GICON®-PBR ist konzipiert für den Einsatz als autarke Kleinanlage, als Technikumsanlage für Forschung und Entwicklung sowie als Basis-Modul für industrielle Großanlagen. Durch die Kombination von einzelnen Modulen sind beliebig skalierbare Reaktorsysteme zugänglich. Die Systeme werden maßgeschneidert auf die Bedürfnisse des Kunden zugeschnitten. Somit

garantieren sie eine kontinuierliche Produktion von hochwertiger, definierter Algenbiomasse.

Die einheitliche, auf dem tubulären Kollektorsystem beruhende Bauweise ermöglicht die Einbindung in weitere biotechnologische Prozesse (z. B. die stoffliche Kopplung mit Biogasanlagen).

Merkmale der GICON-PBR

- je nach Ausstattung für den Indoor- und Outdoor-Bereich geeignet
- optimale Temperierung der Mikroalgensuspension im Außentemperaturbereich von 10 - 35 °C
- kurzfristige Kulturerhaltung auch bei Außentemperaturen von 0 °C oder 40 °C
- Multi-Purpose-Charakter für variable Produktion verschiedenster Süßwasser- und mariner Algenspezies
- Ausstattung der Sensorik nach Kundenwunsch (mind. pH-Wert, Temperatur; optional: PhAR-/Globalstrahlung, optische Dichte, O₂/CO₂-Konzentration, Druck, Volumenstrom flüssig/gasförmig)
- Reinigung während des laufenden Betriebes durch Pulsation und/oder Molchung
- 10 Jahre Garantie auf Beständigkeit des Schlauchmaterials.

GICON®-TANNENBAUM FÜR KLEINSKALIGE PRODUKTION

- Ideal für kleinskalige Produktion für Screening-Zwecke
- phototroph bis zu 50 kg/a *Chlorella vulgaris* in Mitteleuropa
- hohe Kulturstabilität auch bei mixotropher Fahrweise
- Optionale Ausstattung: Beleuchtung, Temperiermodul, Sattedampfdesinfektion

Kenndaten:

Photoaktives Volumen: ca. 400 l
Gesamtvolumen: ca. 600 l
Max. Volumenstrom: 6 m³/h
Elektr. Anschlussleistung: 2 kW
Max. Heiz-/Kühlleistung: 15 kW
Aufstellfläche: ca. 11 m²

Preise auf Anfrage



GICON®-OKTAGON ALS SKALIERBARE EINHEIT FÜR DIE INDUSTRIELLE PRODUKTION

- Basismodul für großtechnische photo- und mixotrophe Produktion von verschiedensten Sorten von Mikroalgen
- phototroph z. B. bis zu 500 kg/a Chlorella vulgaris in Mitteleuropa
- beliebig skalierbar
- optionale Ausstattung: Beleuchtung, Temperiermodul
- optional Ausführung in Edelstahl für Spezialanwendungen
- optional: kundenspezifische Verfahrensentwicklung und Inbetriebnahme der Anlage

Kenndaten:

Photoaktives Volumen: ca. 3200 l
Elektr. Anschlussleistung: 5 kW
Gesamtvolumen: ca. 5000 l
Max. Heiz-/Kühlleistung: 100 kW

Max. Volumenstrom: 40 m³/h
Aufstellfläche: ca. 125 m²
Preise auf Anfrage



DER TUBULÄRE SCHLAUCH

VORTEILE DES TUBULÄREN DOPPELKAMMERSYSTEMS

WIRTSCHAFTLICHKEIT

- Länge der Systeme ist beliebig skalierbar (Extrusion)
- Verbindungselemente und Konnektoren sind nicht erforderlich
- Extra lange Lebensdauer

THERMISCHE BESTÄNDIGKEIT

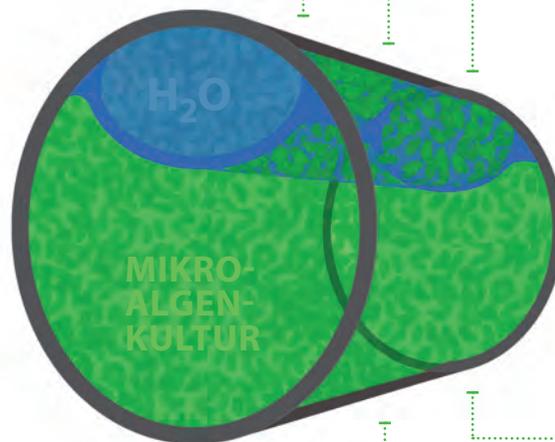
- Stabil bis 150 °C
- Dampfsterilisation möglich

CHEMISCHE BESTÄNDIGKEIT

- Nutzung von Salzwasser zur Kultivierung und Temperierung

UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

- Schwer entflammbar und gut recyclebar



LICHTDURCHLÄSSIGKEIT

- Optimal bei 400 – 760 nm

STRAHLUNGS-BESTÄNDIGKEIT

- Silikon führt zu keinen Verfärbungen und besitzt eine Lebensdauer bis zu zehn Jahren
- Werkstoff kann elektromagnetischer Strahlung in hohen Dosen ausgesetzt werden

LEBENSMITTELECHTTHEIT

- Physiologische Verträglichkeit hinsichtlich der Verwendung im Nahrungs- und Futtermittelbereich

REINIGUNG / INSTANDHALTUNG

- Einfache mechanische Reinigungstechnologie
- Reinigung während des Produktionsprozesses möglich (kein Stillstand)
- Silikonmaterial ist reparabel

DOPPELKAMMERSYSTEM SORGT FÜR OPTIMALE TEMPERIERUNG

Das Kernstück des GICON®-Photobioreaktors ist das flexible, tubuläre Schlauchsystem auf Silikonbasis. Es ist das Resultat der erfolgreichen Kooperation zwischen GICON und der Wacker Chemie AG. Zusammen wurde neben der Form des Reaktors ein Schlauch entwickelt, der durch sein hochtransparentes ELASTOSIL® Siliconkautschuk sowie innovatives Doppelkammersystem überzeugt.

Die neuartige, geometrisch variable Konstruktion des Doppelkammersystems bewahrt die Algen vor extremen Temperaturschwankungen. Dadurch ist eine passgenaue Temperierung der Kulturen realisierbar. Positiv wirkt sich die Wahl des Reaktormaterials auch auf die Produktivität aus. Durch den Werkstoff wird das Anhaften von Mikroalgen an der Reaktorwand – das sogenannte Biofouling – erheblich vermindert.

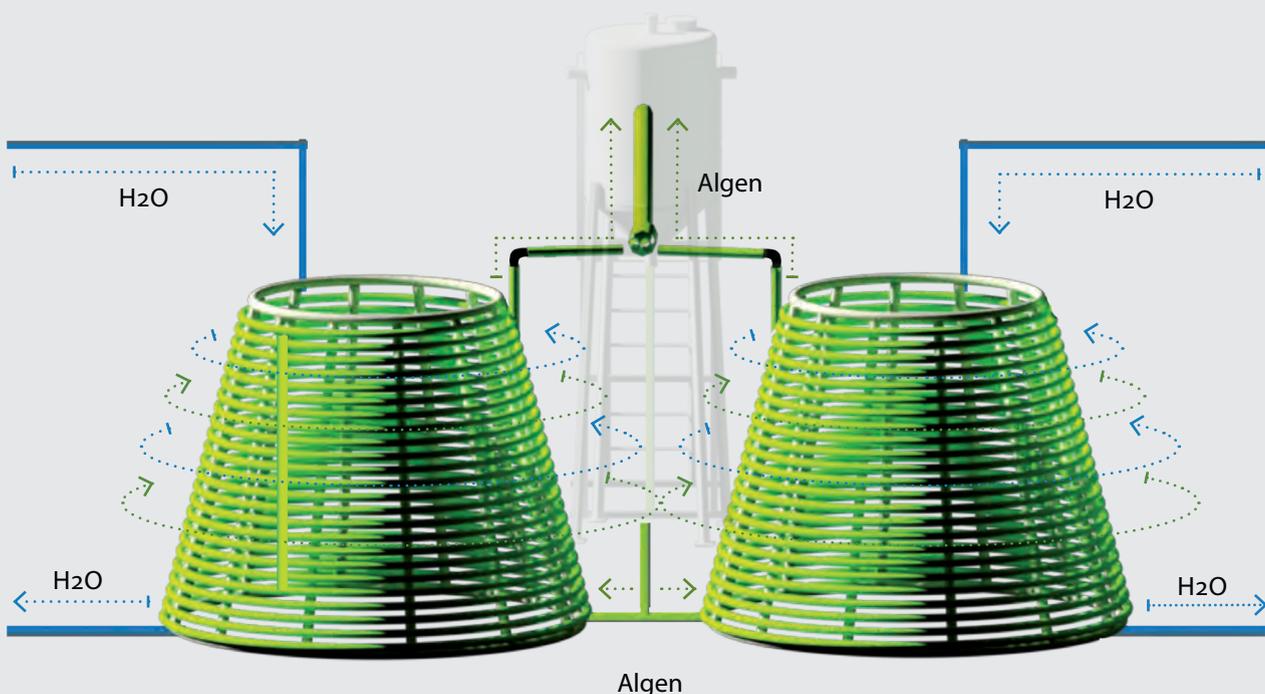
Gleichzeitig haben Versuche gezeigt, dass die produzierte Biomasse eine Qualität besitzt, die für den Einsatz in Lebens- und Futtermitteln geeignet ist.

Aufgrund der herausragenden Vorteile des neu entwickelten Systems und der transportfreundlichen Eigenschaften, kann der Reaktor zur Kultivierung photoaktiver Mikroorganismen weltweit eingesetzt werden; unabhängig von Temperaturen und Umgebungsverhältnissen.

WACKER

RESSOURCENSCHONENDE TEMPERIERUNG DES GICON®-PBR

Integriert geschlossene Kreislaufführung im Doppelkammersystem



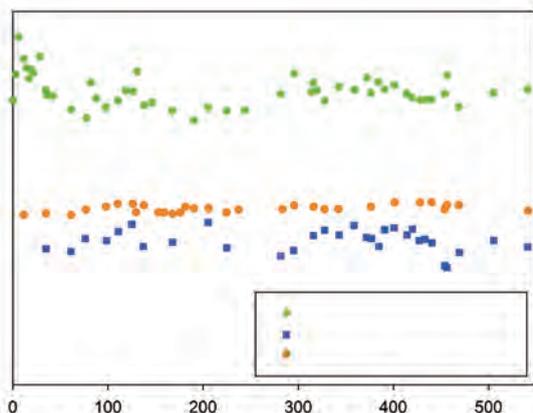
PROOF OF CONCEPT

GANZJÄHRIGE FREILANDKULTIVIERUNG IN MITTELDEUTSCHLAND

Dem Team vom mitteldeutschen Biosolarzentrum ist es am Standort Köthen gelungen, eine Mikroalgenkultur nicht nur stabil, sondern auch mit hohem Ertrag zu kultivieren - zwei Jahre lang ohne Unterbrechung und Zugabe von Frischbiomasse aus dem Labor. Die Produktivität lag in der vegetativen Periode bei durchschnittlich 0,3 und in Spitzenwerten bei bis zu 0,75 Gramm pro Liter/Tag. Das sind für Mitteleuropa bisher unerreichte Werte. Dabei ist eine definierte und gleichbleibende Zusammensetzung der Biomasse erzielt wurden.

Ein Meilenstein der GICON-Innovation auf dem Weg zur großtechnischen Anwendung

Ein wichtiger Faktor in der Langzeitkultivierung ist das tubuläre Doppelkammersystem. Selbst bei hohen Außentemperaturen und einer Globalstrahlung von 900 Watt pro Quadratmeter wird eine stabile Wachstumsrate erzielt.



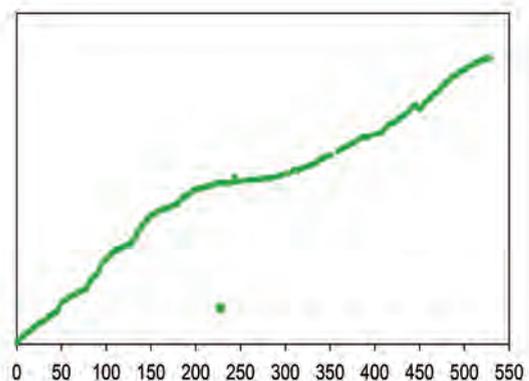
Mit Hilfe des integrierten und geschlossenen Temperierkreislaufes kann die eingestrahlte Wärme beherrscht und ein ressourcenschonender, niedriger Wasserverbrauch innerhalb des geschlossenen Systems erzielt werden.

Dr. Stefan Matthes, GICON-Fachbereichsleiter Biosolar:

„Die Wärmeaustauscheigenschaften des Systems sind selbst bei hohen Temperaturen von 35 bis 40° Celsius noch nicht ausgelastet. Damit beherrschen wir die Wärme im Modul, auch wenn es ganzjährig noch heißer sein sollte. Das zeigt uns, wir haben die Grundvoraussetzungen für die Nutzung der Photobio-reakorttechnologie in allen Gegenden der Welt geschaffen und beispielsweise den Weg für die Herstellung von Lebensmitteln und anderen Produkten auch in Wüstenregionen geebnet!“

Prof. Dr. Carola Griehl, Leiterin Bereich Algenbiotechnologie, HS Anhalt:

„Der GICON®-PBR läuft jetzt seit zwei Jahren ohne Unterbrechung. Damit können wir in Köthen mit den Tannenbäumen monatlich bis zu 15 kg Algenbiomasse produzieren.“



REFERENZEN

KLÖTZE | DEUTSCHLAND (2000)

Dank ihrer modularen Bauweise aus mehreren Reaktoren sind die Mikroalgenanlagen bedarfsgerecht erweiterbar. Mitarbeiter von GICON/Niederlassung Bitterfeld-Wolfen haben noch als ehemalige Angestellte der Bisantech Nuova die weltweit erste und größte tubuläre Produktionsanlage für Mikroalgen in Klötze (Sachsen-Anhalt) mit 20 Photobioreaktoren

und rund 700.000 Litern Nutzungsvolumen auf 1,2 Hektar geplant und für den Auftraggeber errichtet. Die biologische Anbindung wurde durch die IGV GmbH Potsdam Rehbrücke in Kooperation realisiert. Aus der Erfahrung dieses Projekts hat GICON seinen PBR entwickelt und damit eine Verbesserung der Algenkultivierung erzielt.



Quelle: Roquette Klötze GmbH & Co. KG

Weltweit erste und größte tubuläre Produktionsanlage für Mikroalgen in Klötze, geplant und errichtet von GICON.

TREIZE-VENTS | FRANKREICH (2014)

Das Potential von Biogasanlagen für die Kultivierung von Mikroalgen nutzen - dieses Ziel hat GICON in einer Anlage im westfranzösischen Treize-Vents umgesetzt. Eine 190 kW-Anlage leitet die überschüssige Wärme in zwei freiliegende Wasserponds, in

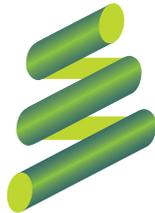
denen Algen kultiviert werden, um. Die Wärmezufuhr regt das Wachstum der Mikroalgen verstärkt an. Die daraus gewonnene Algenbiomasse wird unter anderem als Beimischung für Tierfutter genutzt.



Quelle: France Biogaz Valorization S.A.R.L.

190 kW-Biogasanlage in Treize-Vents mit angeschlossenen offenen Wasserponds für Mikroalgenkulturen.

FORSCHUNG & ENTWICKLUNG



BIOSOLAR ZENTRUM

Eine Kooperation der GICON-Firmengruppe
und der Hochschule Anhalt

2011 hat GICON in Kooperation mit der Hochschule Anhalt in Köthen das Biosolarzentrum gegründet. Die Zielstellung der Mitarbeiter des innovativen Forschungsstandorts ist es, international wettbewerbsfähige Lösungen im Bereich der Biosolartechnologie zu entwickeln.

PRODUKTSPEKTRUM:

- Komplett- oder Teilanlagen für die industrielle Produktion
- autarke Klein-Anlagen für Landwirtschaft und Aquakulturen
- Kopplungsanlagen für Algen-Technologie und Biogasproduktion nach dem Biorefinerie-Prinzip
- maßgeschneiderte Konzepte für unsere Kunden

Mit der hervorragenden Labor- und Technikumsausstattung, hochqualifizierten Mitarbeitern sowie einer sehr guten Forschungsinfrastruktur kann das Biosolarzentrum ein serviceorientiertes Leistungsspektrum anbieten.



Blasensäulenreaktoren im Labor Mikroalgenkultivierung der Hochschule Anhalt.

LEISTUNGEN:

- Auslegung und Anlagenplanung auf Basis des PBR
- Mikroalgenscreening
- Biomasseproduktion
- Wertstoff-Analytik
- Algenscreening im Labor und Freiland
- Serviceleistungen zur Betriebsführung von Mikroalgenanlagen
- Anzuchtstufe für Technikums- und Produktionsanlagen
- Mikroalgenkulturzucht und Anwendungsaufbau für die Futtermittelindustrie

KONTAKT

Prof. Dr. Carola Griehl, Hochschule Anhalt
Leiterin Bereich Algenbiotechnologie
carola.griehl@hs-anhalt.de

Dr. Stefan Matthes, GICON
Fachbereichsleiter Biosolar GICON®
s.matthes@gicon.de

GICON-FORSCHUNGSPARTNER IM BEREICH BIOSOLAR

Ein integraler Teil der Forschungs- und Entwicklungsarbeit sind unsere Partner aus Wissenschaft und Industrie. Seit der Firmengründung hat GICON einen erheblichen Teil der erwirtschafteten Gewinne in die

Erforschung und Entwicklung neuer Verfahren, Produkte und Dienstleistungen investiert. Die konsequente Umsetzung dieses Konzepts hat zahlreiche Patente hervorgebracht.



- Langjährige Kooperation zur Weiterentwicklung des GICON®-PBR; zusätzlich besteht eine Kooperationsvereinbarung im Rahmen des Biosolarzentrums.



- Erfolgreiche Industriekooperation zur Erforschung eines tubulären Schlauchs auf Silikonbasis. Patentkooperation für die Entwicklung eines Schlauch-Photobioreaktors.



- Seit 2016 Kooperation zur industriellen Weiterentwicklung des Photobioreaktorsystems.



- Zusammen mit dem Aninstitut INBIA der BUT Cottbus erfahrene Interessengemeinschaft zur Entwicklung der Grundlage eines Verfahrens zur Kopplung von Mikroalgentechnologie mit dem 2-stufigen GICON®-Biogasprozess.



- Seit 2015 Kooperation auf dem Gebiet der Simulation und Erprobung eines Phasenwechspeichers zur Energieoptimierung bei der Kultivierung von Mikroalgen.

BIOSOLARZENTRUM

Eine Kooperation der GICON®-Gruppe und der Hochschule Anhalt

GICON®-GROSSMANN INGENIEUR CONSULT GMBH

Tiergartenstraße 48 | 01219 Dresden | Telefon +49 351 47878-0 | Fax +49 351 47878-78

Niederlassung Bitterfeld-Wolfen

Greppiner Straße 6 | 06766 Bitterfeld-Wolfen, OT Wolfen | Telefon +49 3494 667025-0 | Fax +49 3494 667025-9

KONTAKT

Dr. Stefan Matthes, s.matthes@gicon.de

Dr. Martin Ecke, m.ecke@gicon.de

www.gicon-consult.de

Titelbild: Mario Salisch, Hochschule Anhalt

