



# THE ALGAE TURBO TURBO FÜR ALGEN

Photo Foto: iCV Biotech

SCHOTT and its partners are conducting research aimed at further developing photobioreactors. With its oval CONTURAX® glass tubes, the company supplies components for even more effective industrial cultivation of algae.

SCHOTT forscht gemeinsam mit Projektpartnern intensiv an der Weiterentwicklung von Photobioreaktoren. Mit ovalen CONTURAX® Glasrohren liefert der Technologiekonzern Komponenten für eine noch effektivere industrielle Algenzucht.

CHRISTINE FUHR

These green single cell organisms we call micro algae are simply indispensable as the main source of food for many aquatic animals. They can be a real nuisance in an aquarium. However, they can be considered an interesting future market for industry. There are many thousands of species of algae all over the world. Several hundred of them are now being cultivated for research or commercial purposes. Many types of algae are phototropic, which means they use light as their main source of energy and convert

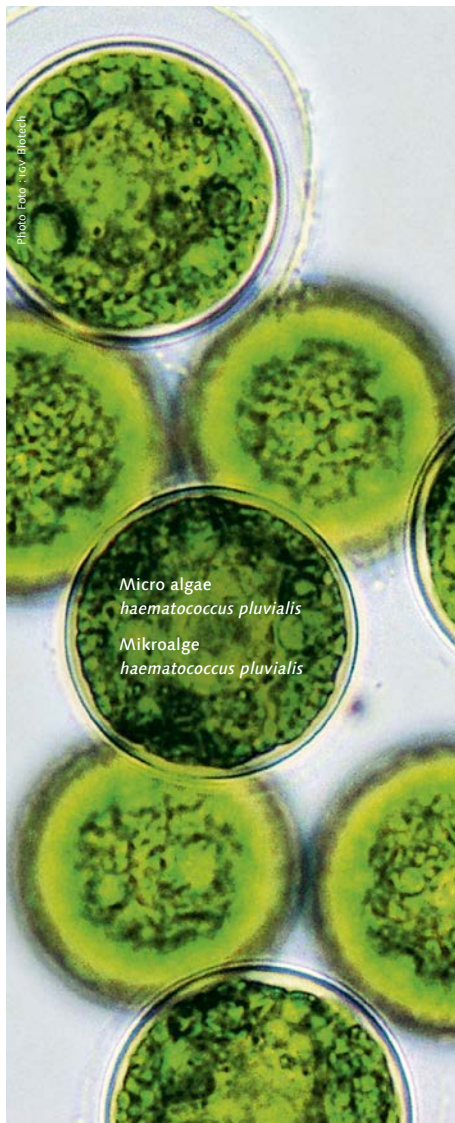
Als Hauptnahrungsquelle vieler Wassertiere sind die grünen Einzeller unersetzlich, im Aquarium können sie zur Plage werden, für die Industrie bieten sie einen interessanten Zukunftsmarkt: Mikroalgen. Weltweit gibt es viele Tausend Arten, mittlerweile werden mehrere Hundert für Forschung oder kommerzielle Zwecke gezüchtet. Algen sind phototrop, sie nutzen Licht als wichtigste Energiequelle und wandeln Kohlendioxid durch Photosynthese in wertvolle Biomasse um – und das fünfmal effizienter



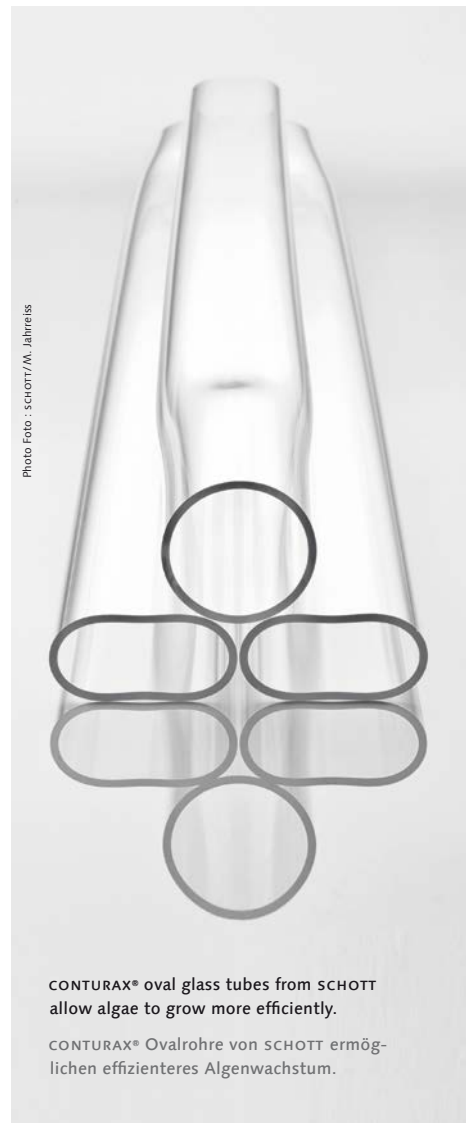


Building on more than 30 years of experience, IGV offers a portfolio of photobioreactors up to 160,000 liters in total volume.

Aufbauend auf über 30 Jahren Erfahrung, umfasst das Portfolio von IGV Photobioreaktoren mit bis zu 160.000 Litern Gesamtvolumen.



Micro algae  
*haematococcus pluvialis*  
Mikroalge  
*haematococcus pluvialis*



CONTURAX® oval glass tubes from SCHOTT allow algae to grow more efficiently.

CONTURAX® Ovalrohre von SCHOTT ermöglichen effizienteres Algenwachstum.

carbon dioxide into valuable biomass through photosynthesis – five times more efficiently than land plants. Rich in valuable ingredients such as proteins, lipids, pigments, antioxidants and acids, they have very versatile uses, from food supplements to animal feed, biofuels, fertilizers, and ingredients for medications and cosmetics.

In the meantime, the market volume of algae production has surpassed the one billion U.S. dollar threshold – and continues to grow fast. The current challenge is to improve the production technology in order to cultivate algae more effectively from an economic point of view.

### Bioreactors offer ideal conditions

Growing algae in photobioreactors is an excellent way to produce them. These devices consist of several rows of interconnected glass tubes. They can be between 100 meters and several kilometers in total length and hold a volume of less than 100 or even several thousand gallons. Optimal growth conditions can be achieved in closed systems rather than in open ponds. The risk of contamination

als Landpflanzen. Reich an wertvollen Bestandteilen wie Proteinen, Lipiden, Pigmenten, Antioxidantien und Säuren lassen sie sich vielseitig einsetzen: als Nahrungsergänzung, Lebens- und Futtermittel, Biokraftstoff oder Düngemittel bis hin zu Inhaltsstoffen für Medikamente oder Kosmetika.

Das Marktvolumen der Algenproduktion hat mittlerweile die Grenze von einer Milliarde US-Dollar überschritten – und wächst rasant. Die aktuelle Herausforderung besteht darin, die Produktionstechnologie effizienter zu machen, um wirtschaftlich rentabel kultivieren zu können.

### Bioreaktoren bieten ideale Bedingungen

Eine effektive Methode Algen zu produzieren, ist die Aufzucht in Photobioreaktoren. Sie bestehen aus Reihen verbundener Glasröhren, die in Summe zwischen 100 Meter bis mehrere Kilometer lang sind und ein Volumen von weniger als 100 bis mehrere Tausend Liter fassen. Im Vergleich zur Zucht in offenen Teichen können in den geschlossenen Systemen optimale Wachstumsbedingungen

## Feedback from a few customers and partners: Glass offers many advantages Feedback einiger Kunden und Partner: Glas hat viele Vorteile



The Arizona Center for Algae Technology and Innovation is equipped with a Heliae Helix™ seed production photobioreactor with optional light panels.

Das Arizona Center for Algae Technology and Innovation ist mit einem Heliae Helix™ Photobioreaktor zur Saatgutproduktion und optionalen Lichtblenden ausgestattet.

“Switching from plastic to SCHOTT glass tubing further enhances the engineering excellence embodied in our BioFence™ systems.”

„Durch den Wechsel von Kunststoff- zu SCHOTT Glasröhren konnten wir die erstklassige Ingenieurtechnik in unseren BioFence™ Systemen weiter verbessern.“

Joe McDonald, Director of Varicon Aqua Solutions (United Kingdom)

“To develop world-class technology, it’s essential to partner and collaborate with the best innovators in the industry. When it comes to innovations in glass, SCHOTT is our first choice.”

„Um die weltweit besten Technologien zu realisieren, muss man mit den Top-Innovatoren der Industrie zusammenarbeiten – was Glasinnovationen betrifft, ist SCHOTT erste Wahl.“

Dan Simon, President and CEO of Heliae (USA)

“Using glass offers many advantages over plastic.

Besides the chemical resistance, we have been very impressed with the stability of the glass tubes. Plastic requires many more supports that cast shadows. This results in lower efficiency and higher costs.”

Die Verwendung von Glas hat zahlreiche Vorteile gegenüber Kunststoff. Neben der chemischen Beständigkeit ist es die Stabilität der Glasröhren, die uns überzeugt. Kunststoff braucht viel mehr Stützen, dadurch wird mehr Schatten erzeugt. Das bedeutet eine geringere Effizienz und damit höhere Kosten.“

Arnaud Muller-Feuga, Project Manager at Microphyt (France)

is low and the pH value, nutrient concentration and oxygen levels can be controlled. The special geometry of the tubular fence systems allows the algae to be supplied with light, whether natural or artificial, and for the algae themselves to cast as little shade as possible.

Thanks to its tubular components made of high-quality DURAN® borosilicate glass and its expertise in the area of photobioreactors, SCHOTT is an important partner to the algae industry. The company produces special glass tubing in various wall thicknesses, diameters and variable lengths from 1.4 to 10 meters. SCHOTT also offers matching glass bends and special connectors. The patented tube couplings were developed together with Jäger Gummi und Kunststoff GmbH from Hanover, Germany. The tube connectors are pressure resistant up to 3 bars, can be installed and

eingestellt werden: Das Kontaminationsrisiko ist gering, und pH-Wert, Nährstoffkonzentration sowie Sauerstoffpegel können kontrolliert werden. Die besondere Geometrie der langen Röhrensysteme ermöglicht eine Versorgung der Algen mit Sonnen- oder Kunstlicht bei geringer gegenseitiger Beschattung.

Mit seinen Röhrenkomponenten aus hochwertigem DURAN® Borosilikatglas und seiner Expertise bei Photobioreaktoren ist SCHOTT wichtiger Partner der Algenindustrie. Produziert werden die Spezialglasröhren in verschiedenen Wandstärken, Durchmessern und variablen Längen von 1,4 bis 10 Metern. Dazu passend gibt es Glasbögen und spezielle patentierte Rohrverbindungen, die gemeinsam mit der Jäger Gummi und Kunststoff GmbH, Hannover, entwickelt wurden. Sie sind druckbeständig bis zu 3 bar, lassen sich einfach installieren sowie demontieren und sind wieder-



“SCHOTT tubing confirmed its chemical stability in the experiments conducted in tropical surroundings with both sun and rain. Both the inner and outer surfaces remained transparent. The good mechanical stability of the joints also allows large-scale construction of the photobioreactor.”

„Bei den durchgeführten Experimenten in tropischer Umgebung mit Sonne und Regen hat sich die chemische Stabilität der SCHOTT Röhren bestätigt. Sowohl die inneren als auch äußeren Oberflächen bleiben transparent. Die gute mechanische Stabilität der Verbindungsstücke erlaubt zudem eine großdimensionierte Konstruktion des Photobioreaktors.“

Edwin Teo, Co-Founder of Algae Enviro-Engineering (Singapore)

“Superior quality, high clarity and durability of the glass tubing combined with outstanding support and assistance bring about efficiency and high yields to our world-class algae production.”

„Höchste Qualität, hohe Transparenz und Lebensdauer der Glasrohre kombiniert mit hervorragender Beratung und Unterstützung, ermöglichen hohe Effizienz und Ertragsoptimierung unserer Weltklasse-Algenproduktion.“

Siswanto Harjanto, CEO of PT Evergen Resources (Indonesia)

“With glass tubing from SCHOTT, we can depend on a reliable supplier to support our patented and globally successful closed photobioreactors. Phototropic algae biotechnology has very specific requirements that very few companies are able to meet on a worldwide basis.”

„Mit den Glasröhren von SCHOTT können wir für unsere patentierten und weltweit erfolgreichen geschlossenen Photobioreaktoren auf einen verlässlichen Zulieferer zurückgreifen. Die phototrophe Algenbiotechnologie hat sehr spezielle Anforderungen, die global nur wenige Unternehmen sicher beherrschen.“

Dr. Peter Waldeck, Business Unit Manager, IGV Biotech (Germany)



Photo: Foto: Microphyt

The French company Microphyt operates industrial scale multi-purpose photobioreactors and uses glass tubes from SCHOTT.

Das französische Unternehmen Microphyt betreibt Mehrzweck-Photobioreaktoren im Industriemaßstab und setzt in diesen Glasröhren von SCHOTT ein.

disassembled easily, and they are reusable. In recent years, SCHOTT has supplied products for projects all over the world. In France, for example, its customer Microphyt already operates photobioreactors that feature glass tubes from SCHOTT. Others are either in the pipeline or already under construction. Varicon Aqua Solutions Ltd. from the United Kingdom has a lot of experience with their patented BioFence™ systems with the more than 100 pilot and commercial systems they are operating worldwide. Over the preceding year, they have been advising their customers to retrofit with glass, due to the lifecycle and cleaning advantages compared to polymer tubes, which they used so far. They recently installed two new projects with glass tubing from SCHOTT in Iceland and Sweden. Algae Enviro-Engineering (AEE), a Singapore-based green biological solution provider and an algae producer, also operates

verwendbar. In den vergangenen Jahren hat SCHOTT weltweit Projekte beliefert. In Frankreich beispielsweise betreibt der Kunde Microphyt bereits Photobioreaktoren mit SCHOTT Glasröhren, weitere befinden sich im Aufbau oder sind geplant. Varicon Aqua Solutions Ltd., Großbritannien, verfügt über langjährige Erfahrungen mit seinem patentierten BioFence™ System. Mit mehr als 100 Pilot- und kommerziellen Systemen sind sie weltweit tätig, wobei bislang Kunststoffrohre zum Einsatz kamen. Aufgrund verbesserter Haltbarkeit und Reinigung empfahlen sie Kunden, ihre Anlagen mit Glas nachzurüsten. Zwei neue Zuchtanlagen wurden kürzlich in Island und Schweden installiert. Photobioreaktoren mit DURAN® Rohr und SCHOTT Verbindungen wurden von Algae Enviro-Engineering (AEE), einem in Singapur ansässigen Algenhersteller und Lieferanten für „grüne“ Lösungen, in Betrieb

photobioreactors that use DURAN® glass tubing and SCHOTT connectors. SCHOTT has been working closely with IGV GmbH in Nuthetal, Germany, since the 1990s and has gained a significant amount of knowledge from this partnership. The companies have constantly given each other “incentives to pursue further developments and make improvements to the tube geometry and processing,” explains Dr. Peter Waldeck, Head of IGV Biotech.

CONTURAX® oval tubes are the latest development. “The oval shape allows the light that the algae require for photosynthesis to be utilized better. This significantly increases the efficiency of our customers’ photobioreactors,” explains Dr. Nikolaos Katsikis, Director of Business Development at SCHOTT Tubing. Another plus: The oval tubes have round ends so that they can be arranged in rows by using standard couplings. “SCHOTT is the world’s only manufacturer that can offer oval tubes with round ends for this application,” he adds.

### Innovative glass tubing in test mode

To help advance the production technology with the concentrated expertise from the worlds of science and industry, SCHOTT has started a research project in the United States together with the algae technology company Heliae and Arizona State University (ASU). With ASU’s test bed facility, it is now possible to directly compare tube-type reactors with other systems such as flat panel or raceway ponds even at the same location. Furthermore, new products from SCHOTT such as the new oval tubing are being evaluated by an objective academic partner. The Helix™ reactor from Heliae that is used in this research project has particularly thin and highly transparent glass tubing and is ideal for cultivating different strains of algae. The tubes used at the beginning of the project will be replaced later on by the new CONTURAX® oval tubing. Comparative data on growth rates and final concentrations from this project can now be published contrary to non-public customer data, and will then show how the new geometry affects the economics of algae production.

“The interactions between Heliae’s and SCHOTT’s research and development teams over the years have helped both companies develop world-class technology that will truly enable this industry,” said Dan Simon, Heliae’s President and CEO during the start-up of the test bed facility in Arizona. SCHOTT’s commitment to more efficient algae cultivation has sparked a great deal of interest: SCHOTT experts are presenting papers at international conferences such as the 2014 Alg’n’Chem conference in Montpellier (France) and the Algae Biomass Summit (USA). Dr. Katsikis states, “This opportunity to present our capabilities to scientists and decision makers in research and industry is an ideal forum for us as a supplier.” Competition for market share has only just begun – a good start for the company to be at the cutting-edge as an important supplier in the future. <

[rina.dellavecchia@us.schott.com](mailto:rina.dellavecchia@us.schott.com)

genommen. Bereits seit den 1990er-Jahren arbeitet SCHOTT intensiv mit IGV GmbH in Nuthetal/Deutschland zusammen, und hat dabei viel gelernt: Gegenseitig habe man sich kontinuierlich „Anreize für Weiterentwicklungen und Optimierungen in der Rohrgeometrie und bei der Verarbeitung“ gegeben, erklärt IGV Bereichsleiter Biotech, Dr. Peter Waldeck.

Neuste Entwicklung sind CONTURAX® Ovalrohre: „Durch die ovale Form kann das Licht, das Algen für die Photosynthese benötigen, besser genutzt werden. Dadurch wird die Effizienz der Photobioreaktoren unserer Kunden deutlich erhöht“, erklärt Dr. Nikolaos Katsikis, Director Business Development bei SCHOTT Tubing. Weiteres Plus: Die ovalen Rohre nehmen an ihren Enden eine runde Form an, so dass sie sich mit Standard-Verbindungsstücken aneinanderreihen lassen. „SCHOTT ist weltweit der einzige Hersteller, der ovale Rohre mit runden Enden für diese Anwendung anbieten kann.“

### Innovative Glasröhren im Testbetrieb

Um die Produktionstechnologie mit dem konzentrierten Know-how aus Wissenschaft und Industrie weiter voranzutreiben, hat SCHOTT in den USA gemeinsam mit dem Algentechnologie-Unternehmen Heliae und der Arizona State University (ASU) ein Forschungsprojekt gestartet. Mit der ASU-Testanlage ist es erstmals möglich, Rohrreaktoren mit anderen Systemen wie Plattenreaktoren oder Raceway Ponds direkt und am selben Standort zu vergleichen. Außerdem können Produktneuheiten von SCHOTT, wie die neuen Ovalrohre, von einem objektiven akademischen Partner beurteilt werden. Der eingesetzte Helix™ Reaktor der Firma Heliae mit besonders dünnwandigen und hochtransparenten Glasröhren eignet sich für die Züchtung unterschiedlicher Algenstämme. Die zu Beginn des Projekts eingesetzten Röhren werden später durch die neuen CONTURAX® Ovalrohre ersetzt. Vergleichende Daten zu Wachstumsraten und Endkonzentrationen aus diesem Projekt können, im Gegensatz zu Kundendaten, veröffentlicht werden und belegen, wie sich die neue Geometrie auf die Wirtschaftlichkeit der Algenproduktion auswirkt.

Dan Simon, Präsident und CEO von Heliae bei der Inbetriebnahme der Testanlage in Arizona: „Die Zusammenarbeit der Forschungs- und Entwicklungsteams von Heliae und SCHOTT haben beide Unternehmen in die Lage versetzt, Spitzentechnologie zu entwickeln, die diesen Industriezweig tatsächlich voranbringen wird.“ Das SCHOTT Engagement für eine effizientere Algenzucht stößt auf großes Interesse, Experten von SCHOTT präsentieren bei internationalen Konferenzen wie der Alg’n’Chem 2014 Konferenz in Montpellier (Frankreich) und dem Algae Biomass Summit (USA). Dr. Katsikis: „Die Möglichkeit, vor Fachleuten und Entscheidungsträgern aus Wissenschaft und Industrie unsere Expertise und Innovationen vorzustellen, bietet uns als Zulieferer eine ideale Plattform.“ Der Wettlauf um Marktanteile hat gerade erst begonnen – ein guter Start für den Glasspezialisten, als wichtiger Zulieferer künftig ganz vorne mit dabei zu sein. <

[rina.dellavecchia@us.schott.com](mailto:rina.dellavecchia@us.schott.com)