

[Rohstoff für Wirkstoffe]

Die Kunst, Mikroalgen zu vermehren

Mikroalgen sind kleinste Alleskönner. Sie binden CO₂, sind Energieträger und Bestandteil von Nahrungsergänzungsmitteln, Kosmetik und Medikamenten. Wie sie effizient und kontrolliert in konventionellen Rührbioreaktoren aus Edelstahl kultiviert werden können, wird am Institut für Biotechnologie der ZHAW untersucht.

SIBYLLE VEIGL

Pflanzen sind sie nicht im eigentlichen Sinne, denn trotz Fotosynthese fehlen ihnen Wurzeln und Blätter. Bakterien sind sie auch nicht, obwohl sie Einzeller sind: die Mikroalgen. Als «einzellige pflanzliche Organismen» definiert Silas Hauser die Materie. Er forscht an der ZHAW in Wädenswil am Institut für Biotechnologie nun schon seit zwei Jahren leidenschaftlich an Mikroalgen. Genauer: Wie man Mikroalgen kontrolliert und ohne Verunreinigungen vermehren kann. «Plattformtechnologie zur biotechnologischen Herstellung von Mikroalgenbiomasse als Rohstoff für natürliche Wirkstoffe» nennt sich seine Bachelorarbeit im Wissenschaftsjargon. Die Fachstelle Bioprozesstechnologie unter der Leitung von Karin Kovar, wo seine Arbeit entstand, setzt den Fokus auf Mikroalgenanwendungen für Kosmetik, Feinchemikalien, Tierfutter und Pharmazie. Das Besondere daran: Mikroalgen werden unter kontrollierten Bedingungen in Bio-

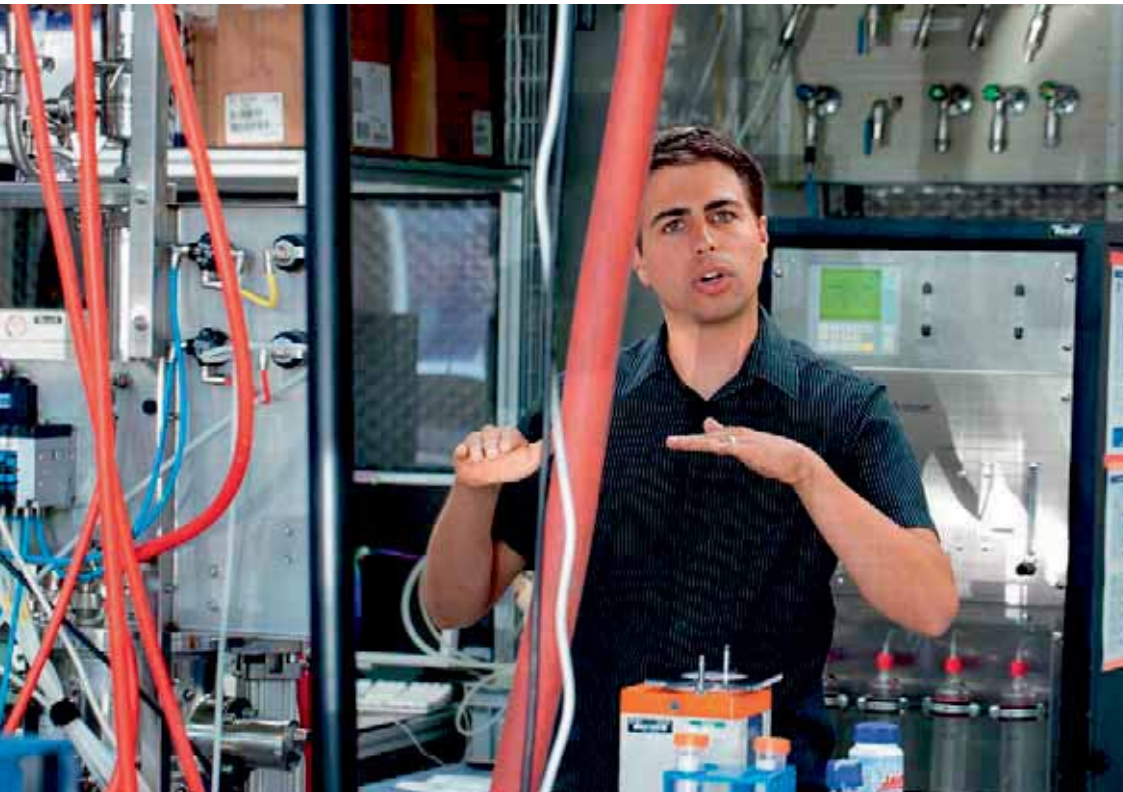
reaktoren vermehrt, um das pflanzliche Ausgangsmaterial, die Mikroalgenbiomasse, in höchster und reproduzierbarer, saisonunabhängiger Qualität herzustellen.

Die Industrie interessiert sich für Mikroalgen auch als Nahrungsmittelergänzung und als nachhaltige, speicherbare Energieträger (vgl. Box). Kultiviert werden sie meist im Freien in grossen Becken oder in lichtdurchfluteten Kultivierungsanlagen. In der

Natur kommen Mikroalgen nahezu in jedem Gewässer vor, in Süss- und Salzwasser, sogar in heissen Vulkanseen. Von blossen Auge sieht man sie nicht, doch treten sie gehäuft auf, so erscheint das Wasser entsprechend der Mikroalgenart in einem gelblich-grünen, braunen oder rötlichen Ton. Mit Lichtenergie und Kohlendioxid betreiben Mikroalgen Fotosynthese, und die produzierte Glukose nützen sie zum Wachstum.

Kleine Multitalente

«Mikroalgen retten die Umwelt», hat das deutsche «Handelsblatt» vor einigen Jahren einen Text zu diesem Thema betitelt. Weltweit experimentieren Forscher an der Vermehrung von Mikroalgen, denn diese sind äusserst hungrig nach Kohlendioxid, dem klimaschädigenden Gas, und stossen dafür Sauerstoff aus. Und produzieren Fette, die wiederum Energieträger sind. Aus der fettreichen Biomasse kann Biodiesel oder Biogas gewonnen werden. Mikroalgen wachsen bis zu zehnmal schneller als Raps oder Mais, ohne mit dem Anbau dieser Nahrungsmittel zu konkurrieren. Als Nahrungsmittelergänzung sind Mikroalgen als Quelle von Vitaminen und Mineralstoffen beliebt. In jüngster Zeit werden Substanzen mit hoher Wertschöpfung und potente Wirkstoffe aus Mikroalgen als Industrieprodukte der Zukunft gepriesen.



Silas Hauser

Die Nähe zu medizinischen und pharmazeutischen Anwendungen hat den Bildungsweg des 27-jährigen Studenten bisher stark geprägt. Nach seiner Ausbildung zum Zahntechniker und der naturwissenschaftlichen Berufsmittelschule hat er in der Biotechnologie seine Berufung gefunden, wie er sagt. In der zweiten Hälfte des Biotechnologie-Studiums an der ZHAW in Wädenswil hat er sich der Mikroalgen angenommen. Mit seiner Bachelorarbeit, die sich mit der Kultivierung von Mikroalgen befasst, hat er den Innovationspreis der Firma Lista sowie den Umsetzungspreis des Technologiezentrums der EMPA (tebo) gewonnen. Er wird sich im Rahmen seiner Masterarbeit weiter mit Mikroalgen befassen.

► www.ibt.zhaw.ch

Bei Dunkelheit können sie anstelle von CO₂ Zucker zum Biomassewachstum und beispielsweise zur Fettproduktion nutzen. Sie gelten als die am schnellsten wachsenden pflanzlichen Organismen auf der Erde. Es gibt zwischen 200'000 und 800'000 Spezies von Mikroalgen, nur wenige tragen einen Namen, sind im Verhalten charakterisiert und haben ihr Genom aufgeschlüsselt. Mit der wohl bekanntesten Grünalge, *Chlorella vulgaris*, arbeitet Silas Hauser.

Wachstum unter kontrollierten Bedingungen

Wie bringt man nun *Chlorella vulgaris* dazu, sich möglichst schnell zu vermehren? Hauser verwendet einen herkömmlichen Bioreaktor, in dem für gewöhnlich Bakterien oder Hefekulturen gezüchtet werden. In diesem abgeschlossenen Medium hat er die *Chlorella vulgaris* während sechzig Stunden kultiviert. «Diese Art Vermehrung im herkömmlichen Rührbioreaktor, mit einer organischen Kohlenstoff- und Energiequelle unter Ausschluss von Licht, also heterotroph, war noch weit-

gehend unerforscht», sagt Hauser.

Denn im Gegensatz zur freien Natur hat er den Mikroalgen das Licht entzogen und sie von der Umwelt abgeschirmt. Als Ersatz dafür gab er ihnen Glukose, also Zucker, als organische Kohlenstoff- und Energiequelle, sowie weitere Nährstoffe. Der Vorteil: «Die Produktivität und der Ertrag sind wesentlich höher, wenn lichtunabhängig im Bioreaktor kultiviert wird», sagt Hauser. Neben dem hohen Biomasseertrag lässt sich die Geschwindigkeit der Zellteilung der Mikroalgen und somit auch die Biomassezusammensetzung steuern, was bis jetzt einzigartig ist.

Auf die Dosis kommt es an

Doch die eigentliche Kunst war die Dosierung: Während des Kultivierungsprozesses hängt es davon ab, wann die Substrate in welcher Menge beigefügt werden. Optimal ist eine exponentiell verlaufende Zugabe. Weitere Methoden, wie eine Zugabe von unterschiedlichen Mengen zu bestimmten Zeitpunkten des Prozesses oder eine stufenweise und kontinuierliche Erhöhung, haben

sich als deutlich weniger effizient erwiesen.

«Es hat uns selbst überrascht, welchen Output wir in so kurzer Zeit erzielt haben», sagt Hauser. Im 30 Liter fassenden Forschungsbioreaktor wurden 4,8 Kilogramm Trockenbiomasse nach 60 Stunden abgeerntet. In industriellen Reaktoren sind ganz andere Dimensionen möglich: Sie fassen bis 75'000 Liter. Silas Hauser betont, dass dieses Ergebnis das Verdienst vieler ist: von Karin Kovar, Professorin und Leiterin des Bereichs Bioprozesstechnologie, sowie von Christian Meier und Petr Hyka, wissenschaftliche Assistenten am Institut. «Man arbeitet oft im Team», sagt Hauser. Schon allein die 60 Stunden dauernde Kultivierung muss konstant begleitet werden, was von einer Person nicht machbar ist.

Nun steht die Masterarbeit an, die das Thema Mikroalgen weiter vertieft. Auf Beachtung gestossen sind die Ergebnisse aber schon jetzt: Einige namhafte Unternehmen interessieren sich für die Zusammenarbeit mit der Fachstelle von Karin Kovar. ■

[Internet ohne Barrieren]

Aus eigener Betroffenheit zum Vorkämpfer geworden

Noch immer sind viele Webseiten nicht barrierefrei. Menschen mit Behinderungen können sie darum oft nicht nutzen. Sie sind auf spezielle Hard- und Software-Tools angewiesen. Alireza Darvishy, Leiter der ZHAW-Fachstelle ICT-Accessibility, berät Studierende, hält Vorlesungen zum Thema Barrierefreiheit und forscht nach praktischen Lösungen.

ISO AMBÜHL

Alireza Darvishy ist ein Pionier: Er kämpft seit Jahren für den «Zugang für alle» im weltweiten Web. Das Internet soll für alle Gruppen, auch für Menschen mit Behinderungen und Senioren, barrierefrei sein. Voraussetzung dafür sind die «Accessibility» (Zugänglichkeit) und die «Usability» (Benutzbarkeit) des Web. Doch der barrierefreie Zugang zu den heutigen Informations- und Telekommunikationstechnologien bleibt für viele Nutzer noch immer ein Wunschtraum. 2009 waren rund 96 Prozent aller Webseiten nicht barrierefrei, hält das deutsche Portal www.barrierekompass.de fest.

Als Internet-Barrieren erweisen sich zu kleine Schriften, schlechte Kontraste und Farbkombinationen, die Steuerung des Angebots nur über die Maus statt über Befehle mittels Tastatur, Grafiken ohne Texte, eine unübersichtliche Navigation oder

eine fehlende Anpassung an Hilfsmittel wie Bildschirmleser oder -lupen. «Diese Nachteile erschweren es Menschen mit Behinderungen, die Vorteile des Internets im Alltags- und Berufsleben zu nutzen», sagt Darvishy.

Das Gesetz schreibt barrierefreien Internetzugang vor

In der Schweiz ist die Rechtslage zumindest für Bund, Kantone und Gemeinden klar: Seit 1. Januar 2004 müssen sie gemäss dem Gleichstellungsgesetz für Menschen mit Behinderungen einen barrierefreien Internetzugang ermöglichen. Unser Land ist laut Darvishy in diesem Bereich trotzdem nicht führend: «Die USA, England, Österreich und Deutschland sind viel weiter.»

Doch der ZHAW-Informatiker gibt nicht auf: «Ich bin ein Kämpfer und werde mich weiterhin dafür einsetzen, dass auch Menschen mit Be-

hinderungen Informations- und Telekommunikationstechnologien nutzen können.» Lösungen gibt es. Die rund 700'000 Menschen in der Schweiz mit Sehbehinderungen, motorischen, kognitiven oder anderen Behinderungen können dank speziellen Hard- und Software-Tools am Internet teilnehmen. Für Sehbehinderte gibt es beispielsweise eine spezielle Tastatur mit der von Louis Braille entwickelten Blindenschrift. Zudem besitzen die grossen Betriebssysteme Hilfsmittel, um die Schrift zu vergrössern, eine Lupe einzusetzen oder Bildschirmleser zu nutzen, die den Inhalt des Webs akustisch erfassbar machen.

Trotz Sehbehinderung studiert und promoviert

Alireza Darvishy weiss aus eigener Betroffenheit, wie solche Hilfsmittel zu mehr Selbständigkeit, zum «Empowerment» des Menschen mit

Behinderungen führen. Er hat persönlich eine Sehbehinderung. Schuld daran sind Nebenwirkungen eines Heuschnupfen-Medikaments, das seine Sehnerven schwächte, als er 15 Jahre alt war. Doch dies hielt ihn nicht ab, sein Geburtsland Iran mit fast 18 Jahren zu verlassen, um in Zürich erst die Maturität zu bestehen und danach Informatik zu studieren. «Es war ein riesiger Effort, weil ich zuerst Deutsch lernen musste», sagt Darvishy. Dank guten Freunden, die ihn motivierten und zum Beispiel Lehrbücher auf Tonbänder sprachen, habe er es geschafft.

Bereits mit seiner Dissertation von 1998 gab er Anstösse für den Bereich der «Accessibility». Darvishy hat wesentlich dazu beigetragen, dass unter anderem die Grossbank Credit Suisse «sprechende» Bancomaten sowie barrierefreies Online-

Banking entwickeln liess. Sehbehinderte hören bei «sprechenden» Bancomaten, welche Eingaben das Gerät erwartet.

Zum ersten Professor mit Spezialgebiet IT-Accessibility ernannt

Dieses Jahr ernannte der ZHAW-Fachhochschulrat Darvishy zum ersten Professor der Schweiz für Informatik mit Spezialgebiet Accessibility für ICT (Information and Communication Technology). Eine Pionierleistung war ebenfalls, dass die ZHAW bereits 2006 als erste Schweizer Hochschule die Fachstelle ICT-Accessibility am Institut für angewandte Informationstechnologie (InIT) gründete.

Diese Fachstelle, die Darvishy leitet, steht unter anderem Studierenden mit Behinderungen mit Rat und Tat zur Seite. So stellt sie Sehbehinderten Studien-Dokumente in barrierefreier Form zur Verfügung. Gesamthaft umfasst die Stelle die Bereiche angewandte Forschung, Bildung und Weiterbildung sowie Dienstleistungen für interne und externe Kunden. Die Stelle hat zum Beispiel Vorlesungen zum Thema «Web-Accessibility für Menschen mit Behinderungen» oder das CAS-Weiterbildungsmodul «Barrierefreies Webdesign» angeboten.

Zudem ist Darvishy Projektleiter bei «Accessible Education», wo man als Zukunftsvision ein Portal für alle Schweizer Hochschulen anpeilt, auf dem Studierende mit Behinderung eine Plattform mit studienrelevanten Informationen von Scripts bis zu Prüfungen barrierefrei erhalten sollen. Um den Zugang zur Hoch-

schulbildung allen zu ermöglichen, besteht an der ZHAW eine interdepartementale Projektgruppe mit Darvishy, die eine total «hindernisfreie Hochschule» erreichen will.

Forschung an Konzepten für Menschen mit Behinderung

Im Bereich Forschung war der Informatik-Professor Co-Projektleiter einer Gruppe, die ein Konzept erarbeitete, wie ein sehbehinderter Passagier mit Hilfe seines Handys selbstständig den Weg von zuhause bis zu seinem Gate am Flughafen finden kann. Im Konzept wird vorgeschlagen, dass Sehbehinderte weisse Bodenlinien im Flughafen als Wegweiser nutzen, auf denen in regelmässigen Abständen digitale Informationen gespeichert sind. Mit seiner Handy-Kamera kann der Reisende diese Informationen aufnehmen und erhält so direkt eine Sprachanweisung, dass er zum Beispiel bei der nächsten Abzweigung links gehen muss. Das Konzept mit eigens entwickeltem Software-Prototyp, das auch in Bahnhöfen angewendet werden könnte, stiess bei Flughafen und Bahnen jedoch auf wenig Echo.

Darvishy versteht das nicht. Gerade mit Konzepten für Menschen mit Behinderungen sei in der Regel ein Imagegewinn für die Unternehmen verbunden. Das soziale Ansehen verbessere sich auch dadurch, dass andere Gruppen wie Senioren von solchen Hilfestellungen profitieren könnten: «Die TV-Fernbedienung wurde in den Niederlanden ursprünglich erfunden, um bettlägerigen Kranken das Fernsehen zu erleichtern», sagt Darvishy. ■

Alireza Darvishy, ein Vorkämpfer für barrierefreien Zugang zu Bildung



Alireza Darvishy setzt sich für Accessibility ein

Alireza Darvishy ist Dozent an der School of Engineering der ZHAW mit dem Spezialgebiet ICT-Accessibility. Dieses Jahr wurde Darvishy zum Professor ernannt. Er ist Leiter der Fachstelle ICT-Accessibility der ZHAW. Seit 2008 ist er Präsident der Fachgruppe Accessibility der Schweizerischen Informatik-Gesellschaft SI. Er wirkt im Beirat des deutschen Vereins Biene, der jedes Jahr barrierefreie Webseiten prämiert. Darvishy ist regelmässig Accessibility-Gutachter an internationalen Konferenzen. Er ist Vater einer 13-jährigen Tochter.