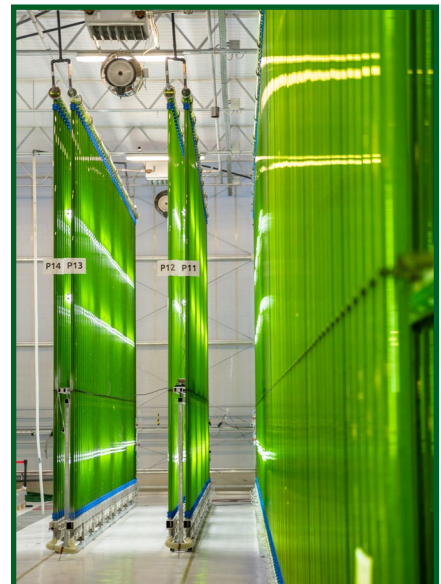
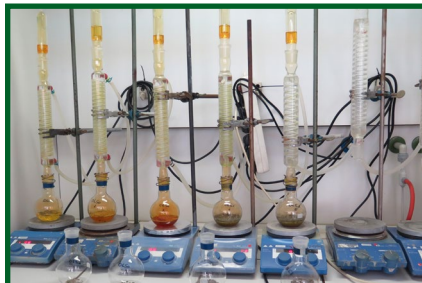


Netzwerk Algen – Kultivierungsbedingungen und Kontamination

Veranstaltungsdokumentation

Freitag, 27. April 2018
09:30 – 15:30 Uhr
mit anschließender Exkursion

UFT – Universitäts- und
Forschungszentrum Tulln
Seminarraum 15
Konrad-Lorenz-Straße 24
3430 Tulln



© Petra Blauensteiner, Karin Granzer-Sudra/ÖGUT, ecoduna produktions GmbH

Netzwerk Algen – Kultivierungsbedingungen und Kontamination

Am 27.04.2018 fanden sich rund 70 Expertinnen und Experten sowie Interessierte aus Wissenschaft, Industrie und weiteren Bereichen beim Netzwerk Algen ein. Die Veranstaltung wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) in Kooperation mit der Universität für Bodenkultur (BOKU) am Universitäts- und Forschungszentrum Tulln (UFT) abgehalten. Im Rahmen der insgesamt zwölf Vorträge wurden neueste Entwicklungen und Projekte aus Österreich und darüber hinaus mit dem Bezug zum Rohstoff Alge vorgestellt. Der Schwerpunkt der Konferenz lag auf dem Thema Kultivierungsbedingungen und Kontamination.

Die Veranstaltung wurde von Theodor Zillner (bmvit), eröffnet, durch den ersten Block „Neuigkeiten aus dem Netzwerk“ wurde von René Albert (bmvit) geführt. Silvia Fluch (ecoduna produktions GmbH) stellte die 10.000 m² große Mikroalgen-Produktionsanlage vor, welche 2018 in Niederösterreich eröffnet wurde. Katharina Markl (ROHKRAFT green) und Katharina Meixner (BIOENERGY 2020+) boten einen Überblick über aktuelle Algen-Projekte ihrer Unternehmen. Zum Abschluss des Blocks bot Alexander Bachler (Landwirtschaftskammer Österreich) einen aktuellen Einblick in die Internationale Normungsgruppe Algen.

Im zweiten Block, moderiert von Bernhard Drosig (BOKU), bot Ines Fritz (BOKU) Einblicke in Mikroorganismen im Photobioreaktor-Ökosystem. Algenexperte Michael Schagerl (Universität Wien) präsentierte Erkenntnisse zur Infektion und Gesundung von Algen. Erfahrungen aus dem CO₂USE und CO₂USE+EPP Projekt teilte Gerald Kinger (EVN) mit dem Publikum. Auch die Projektpartner der Tschechischen Akademie der Wissenschaften waren vertreten: Jiri Masojidek präsentierte Aktuelles zum Thema Kultivierung und Kontamination von Mikroalgen. Des Weiteren stellte Clemens Troschl (BOKU) seine Doktorarbeit zum Thema ‚Kultivierung des Cyanobakteriums *Synechocystis salina* zur Produktion von Bioplastik‘ vor. Abschließend fand eine Podiumsdiskussion mit den Vortragenden des zweiten Blocks statt, bei der über die Inhalte der Vorträge und darüber hinaus vertiefend diskutiert wurde.

Nach einer Mittagspause und der Möglichkeit sich weiter auszutauschen sowie sich in das Netzwerk Algen einzufinden, ging es weiter mit Block drei „Produktion und Anwendungen“, moderiert von Antonija Wieser (Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik - ÖGUT). Anneliese Niederl-Schmidinger (evisis edibles GmbH) bot im ersten Vortrag am Nachmittag Einblicke in die Herausforderungen von Algenprodukten in der Praxis und Harald Hunsberger (IMC FH Krems) sprach über Sekundärmetabolite aus Algen. Robert Raudner (BioEnergy International AG) widmete seine Zeit Einblicke in das Langzeitprojekt ALLGAS sowie in entsprechende Erfahrungen aus dem Projekt.

Nach dem Hinweis auf das Algen D-A-CH-Netzwerk und dessen Aktivitäten sowie auf den 11. Bundesalgenstammtisch 2018 in Karlsruhe wurde die Veranstaltung von Theodor Zillner (bmvit) mit Dank an die Organisation, den Kooperationspartner, Zuhörer sowie Sprecher geschlossen.

Im Anschluss der Veranstaltung gab es die Möglichkeit zur Exkursion am IFA Tulln. In vier Stationen, wurden jeweils unterschiedliche Algenprojekte vorgestellt.

Rückblick

Block A: Neuigkeiten aus dem Netzwerk

Im ersten Vortrag stellte **Dr. Silvia Fluch (ecoduna AG, eparella GmbH)** die kürzlich fertiggestellte Produktionsanlage vor. In dem 1 Hektar großen Glashaus in Bruck an der Leitha ist eine kontinuierliche Produktion von 100 t/a Algenbiomasse vorgesehen. Eine derartige Produktionsanlage ist die erste ihrer Art in Österreich und sowohl die Kultivierung als auch die Ernte der Mikroalgen sorgte bei der Errichtung bzw. bei der Inbetriebnahme für eine Reihe von Herausforderungen. Diese wurden jedoch erfolgreich gemeistert. Ecoduna sieht sich als Produzent der Algenbiomasse. Für die Verarbeitung zu spezifischen Produkten, und auch für die Entwicklung der entsprechenden Verarbeitungsschritte ist spezifische Expertise notwendig, die von Ecoduna nicht abgedeckt werden kann. Frau Fluch erklärte, dass es notwendig ist, eine „Algenpersönlichkeit“ zu entwickeln, denn auch vom Forstwirt wird keine Entwicklung eines Papierherstellungsverfahrens erwartet. Analog ist im Algensektor zu erklären, dass noch viel Forschung und gemeinsame Arbeit unterschiedlicher ExpertInnen nötig ist um Algenproduktion, -verarbeitung und Produktentwicklung zu bewältigen. Derzeit können Lebensmittel aus Algen leider nicht als BIO bezeichnet werden, da sich das BIO-Konzept aus der Landwirtschaft nicht direkt auf die Algenkultivierung übertragen lässt. Dazu müssten die Vorschriften angepasst werden.

Im nächsten Vortrag stellte **Katharina Markl (Rohkraft green GmbH)** die Forschungsanlage der Firma ROHKRAFT green GmbH vor. Die Forschungsanlage ist seit 2014 in Betrieb und es werden dort Versuche mit diversen phototrophen Algenarten durchgeführt. Durch die Nutzung der Wärme aus der benachbarten Biogasanlage ist ein ganzjähriger Betrieb möglich. Die Algenforschungsanlage nützt synergistisch Bei- und Abfallprodukte der benachbarten Biomasseanlage. Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten umfassen verschiedene Projekte und akademische Arbeiten sowie Versuche zur Produktentwicklung. Ein Beispiel einer akademischen Arbeit ist die Phycocyanin Extraktion aus *Arthrospira*.

Katharina Meixner (BIOENERGY 2020+) zeigte in ihrem Vortrag eine Zusammenschau aktueller Algenprojekte im Comet Kompetenzzentrum BIOENERGY 2020+. Mehrere Areas des Kompetenzzentrums sind in die Algenforschung involviert: Biokonversion und Biogassysteme, Nachhaltige Versorgungs- und Wertschöpfungsketten sowie Regelungs- und Automatisierungstechnik. Die Projekte behandeln unterschiedliche Themenfelder im Bereich der Algenkultivierung (Rezyklierung von Prozesswasser, Optimierung der Steuerung eines PBRs, heterotrophe und axenische Kultivierung von Algen), Nutzung von Synergien und Restströmen vorhandener Anlagen (Nutzung von CO₂, Nutzung von Gärrest), Verwertung der Algenbiomasse (als PUFAs, als Fischfutter) und die Aufbereitung des Themas für die breite Öffentlichkeit (Projekt mit Schulen über die Ressource Wasser, Nutzung von Parkflächen).

Der Status Quo der Aktivitäten der internationalen Normungsgruppe Algen wurde von **Alexander Bachler (Landwirtschaftskammer Österreich)** vorgestellt. 2016 wurde der Bedarf zur Normung im Bereich Algen und algenbasierten Produkten festgestellt und im Mai 2017 wurde die Normungsgruppe CEN/TC 454 – Algen und Algenprodukte gegründet. Die österreichische Normungsgruppe ONK 266 „Nachhaltige Produktion von nachwachsenden Energierohstoffen und biobasierten Produkten“ wurde als nationales Spiegelkomitee eingesetzt. Das CEN/TC 454 hat sechs Arbeitsgruppen: Terminologie, Klassifizierung, Algenverarbeitung, Spezifikationen

für Lebensmittel- und Futtermittelanwendungen, Spezifikationen für nicht-LM/FM-Anwendungen, und Produktprüfverfahren. Die Arbeiten sollen bis 2020/2021 abgeschlossen werden. Ein erster Antrag auf Erstellung einer Norm (EN) über „Algen und Algenprodukte – Begriffe“ ist bereits eingegangen. Eine Teilnahme und Mitarbeit im Normungsprozess ist möglich und erwünscht.

Block B: Kultivierungsbedingungen: Schwerpunkt Kontamination

Der Vortrag von **Dr. Ines Fritz (IFA Tulln, BOKU)** trug den Titel „Mikroorganismen im Photobioreaktor-Ökosystem“ und zeigte die Grundlagen der Schwierigkeiten von Algenkultivierung auf. Von den phototrophen Mikroorganismen sind zwar viele Spezies bekannt (ca. 72.500 Algenspezies, 6.200 Cyanobakterien), aber nur von wenigen sind die Wachstumsbedingungen genau charakterisiert (40 Algenspezies). Sehr wenige werden genutzt (ca. 20) und davon sind nur ca. drei bis vier effizient. Die Schwierigkeit phototroph steril Algen zu produzieren liegt darin, dass ein Photobioreaktor ein Ökosystem darstellt in dem verschiedene Interaktionsmöglichkeiten wie Symbiose, Kommensalismus, Parasitismus, Konkurrenz und Syntrophie auftreten. Weiters nimmt bei einer photo-autotrophen Kultivierung die Konzentration an organischem Kohlenstoff im Verlauf der Zeit zu. Unterschiedliche Strategien für die Produktion im PBR sind der axenische Betrieb, autoselektive Rahmenbedingungen, Einsatz von Hemmstoffen, stabile Biozöosen, dominante Produktionsmikroorganismen oder auch Gentransfer.

Einen weiteren Ausflug in die Grundlagen der Algenbiologie gab **Dr. Michael Schagerl (Universität Wien)**, der Einblicke über Infektion und Gesundung von Algenkulturen gab. Laut Definition wäre der richtige Begriff Infektion (aktives oder passives Eindringen und anschließendes Vermehren von Pathogenen in eine Kultur) anstelle von Kontamination (jegliche Verunreinigung). Infektionen können durch Viren, Bakterien, andere Algenarten, Pilze, Ciliaten oder Rädertierchen verursacht werden und es gibt etliche verschiedene Infektionswege. Infektionen sind fast immer vorhanden. Es muss darauf geachtet werden, dass unsere Wunschorganismen rascher wachsen als die Keime. Wichtig ist ein regelmäßiges Monitoring der Kulturen durch ExpertInnen. Um die Kulturen gegen Infektionen zu schützen kann man einerseits das Infektionsrisiko minimieren (Handling, Stammwahl, Sterilisation, Desinfektion) und andererseits Maßnahmen zur Gesundung der Kultur und Aufreinigung der Kulturen treffen (Antibiotika, Spezielle Kultivierungsbedingungen, Nachisolieren).

Die Projekte CO₂USE und CO₂USE+EPP wurden von **Dr. Gerald Kinger (EVN)** vorgestellt. Die Grundlage der Projekte war die stoffliche Nutzung von CO₂. Bei Start des Projektes emittierte das Kohlekraftwerk Dürnrohr 1 Mio. t CO₂, mittlerweile sind es nur mehr 300.00 t/a (Tonnen/Jahr). Die Tendenz ist fallend. Im Projekt wird PHB (Polyhydroxybuttersäure) von Cyanobakterien produziert. Die Reststoffe werden in einer Biogasanlage verwertet, verbleibende Nährstoffe und Wasser werden recycelt. Algen bieten hier den Vorteil des geringeren Flächenbedarfs: Für die Produktion von 1 t PHB aus Mais werden 0,71 Hektar Anbaufläche benötigt, für 1 t PHB aus Cyanobakterien 0,07 Hektar. Die Herausforderungen bei diesem Verfahren sind der stabile Betrieb der Demonstrationsanlage, die Aufreinigung des PHB und vor allem die Wirtschaftlichkeit. Für die Zukunft wird das Kraftwerk als CO₂ Quelle wegfallen, hier müssen alternative (eventuell biogene) CO₂ Quellen gefunden werden.

Clemens Troschl (IFA Tulln, BOKU) führte im Rahmen seiner Dissertation die Kultivierung des Cyanobakteriums zur Produktion von Bioplastik durch. PHB wird von vielen Bakterien als

Speicherstoff gebildet und hat ähnliche Materialeigenschaften wie Polypropylen. Es ist biologisch abbaubar. Im Projekt wurden mehr als 100 Stämme gescreent, wobei nicht die hohe Produktivität ausschlaggebend ist, sondern die Robustheit der Kultur. Beim Übergang vom Labor in die Pilotanlage (200 L) gab es massive Probleme mit Kontaminationen. Ein Befall von Ciliaten führte mehrmals zum Totalausfall der Kultivierung. Als Kultivierungsstrategie wurde ein Medium mit geringer Nitratkonzentration, ein pH zwischen 9–10, anoxische Bedingungen während der Nacht und eine Ernte nach 16–20 Tagen angewandt. Eine Reinkultur im PBR wurde nicht erreicht. Es herrschte ein komplexes Ökosystem, das allerdings nie zum Zusammenbruch führte.

Dr. Jirí Masojídek (Centre ALGATECH) erläuterte in seinem Vortrag Wachstum und Kontamination von Algenkulturen und die diesbezüglichen Unterschiede zwischen offenen und geschlossenen Kultivierungssystemen. Offene Kultivierungssysteme wie open ponds, raceways oder cascades erlauben wenig Steuerung der Kultivierungsbedingungen, sind leicht zu reinigen, haben aber ein hohes Kontaminationsrisiko. Bei geschlossenen oder semi-geschlossenen PBR Systemen können Kultivierungsbedingungen besser gesteuert werden, die Reinigung erweist sich als schwierig, die Kühlung der Kultur muss beachtet werden, das Risiko von Kontaminationen ist gering. Antikontaminierungsstrategien sind regelmäßige Reinigung, vorteilhafte Wachstumsbedingungen, regelmäßige Überwachung der Kultur und Desinfektion. Außerdem UV-Licht oder Ozonbehandlung, spezielle Umweltbedingungen, hohe Konzentration des Inokulums oder die Verwendung von Fungiziden und Antibiotika (welches als eher problematisch einzustufen ist).

Podiumsdiskussion

Am Ende von Block B wurde eine Podiumsdiskussion unter der Leitung von Bernhard Drosch durchgeführt. Die wichtigsten Inhalte wurden in kurzen Statements im Folgenden zusammengefasst.

Gerald Kinger: In Österreich haben wir eine recht gute Basis für Biotechnologie. Kreislaufwirtschaft ist ein strategisches Ziel für Österreich und die EU. Dazu braucht es auch F&E-Aktivitäten, um ein Portfolio an Möglichkeiten zu entwickeln, die zum Einsatz kommen könnten. Man sollte Forschungsaktivitäten nicht einstellen, nur weil die Produktionskosten derzeit noch zu hoch sind.

Michael Schagerl: Zu Beginn einer F&E-Fragestellung sollte immer zuerst ein Screening von Algen durchgeführt werden. Auf diese Weise schränkt man sich nicht sofort auf die 5–10 bekannten Stämme ein. Diese sind nämlich die besonders schnell wachsenden, die hauptsächlich in Biomasseaufbau investieren. Andere langsamer wachsende Stämme haben oft sehr spezifische Stoffwechselwege, die zu interessanten Produkten führen. Diese sollten in weiterer Grundlagenforschung betrachtet werden. Außerdem sollte nicht auf die Makroalgen vergessen werden, deren Ernte wesentlich einfacher ist.

Ines Fritz: Bei Stämmen aus öffentlichen Stammsammlungen können Nutzungsrechte zum Tragen kommen. Beispielsweise kann man aus heißen Quellen Wildstämme holen, da gibt es keine Probleme mit Nutzungsrechten. Allerdings sind diese Stämme noch nicht erforscht. Es kann ein Vorteil sein, einen Wildstamm aus der Region, in der man kultivieren möchte, zu verwenden, da dieser bereits an die Umweltverhältnisse adaptiert ist.

Jirí Masojídek: In der EU sind genetisch modifizierte Organismen nicht zugelassen und dieses Thema sorgt schon seit langem für Diskussionen. In den USA wird dazu fleißig geforscht, aber europäische ForscherInnen bleiben zurück. Mögliche Varianten der genetischen Modifizierung sind die Modifikation von Algen um die Produktivität von Inhaltsstoffen zu steigern, oder der Transfer eines Gens in ein Bakterium, welches dann fermentiert wird. Hierzu ist nur wenig publiziert, da Firmen ihre Arbeiten zurückhalten.

Clemens Troschl: Forschung ist immer eine gewisse Herausforderung. Sobald man eine Forschungsfrage beantwortet, stellen sich weitere Fragen. Das soll aber nicht demotivierend sein, man muss dies als Herausforderung sehen. Ein Problem ist hier auch die Zeitknappheit in Forschungsprojekten. Wichtig bei Forschungsarbeiten ist, dass sie nicht in einer Schublade verschwinden, sondern die Ergebnisse ordentlich aufbereitet und publiziert werden. Für das Weiterarbeiten an einem Forschungsthema sind Förderung und Finanzierung wesentlich.

Block C: Produktion und Anwendungen

Im letzten Block zeigte **Anneliese Niederl-Schmidinger (evasis edibles GmbH)** mit ihrem Vortrag die Sicht von weiterverarbeitenden Unternehmen und Industrien. 2015 wurde die Firma mit dem Erstprodukt HELGA-Algengetränk gegründet. Seit kurzem werden auch Algen-Cracker vermarktet. Die Anforderungen aus ihrer Sicht sind eine gleichbleibende Qualität der Algenbiomasse (Analysen zu Schwermetallen, Getränkeschädlingen (Essigsäurebakterien etc., auslobbare Inhaltsstoffe). Die Nachvollziehbarkeit der Einhaltung der Qualitätsstandards ist wichtig, vor allem wenn man an große Ketten verkaufen will. Die Bioverordnung bezieht sich auf die Landwirtschaft und sollte auf die Aquakultur erweitert werden, denn Kunden verbinden mit BIO Qualität. Weiters muss in der Bevölkerung das Bewusstsein für den Rohstoff Alge und auch dessen im Vergleich zu etwa einem Apfel höhere Inhaltsdichte geschaffen werden.

Eine andere Sichtweise, nämlich die Nutzung von bioaktiven Substanzen in Mikroalgen zeigte **Dr. Harald Hundsberger (IMC Fachhochschule Krams)** auf. Dort werden Untersuchungen durchgeführt um auf neuartige Sekundärmetabolite zu stoßen, die medizinisch genutzt werden könnten. Es wurde gezielt nach entzündungshemmenden und krebsbekämpfenden Stoffen gesucht. Spezifische Inhaltsstoffe der Algen müssen identifiziert werden und können als Basis für neue Produktideen etwa im Pharmabereich dienen. Es gibt Stoffe in Mikroalgen, die Entzündungen reduzieren können (bei Diabetes und entzündlichen Darmerkrankungen anwendbar) und Stoffe, die die Barrierefunktion des Epithels gezielt stärken oder hemmen können.

Im letzten Vortrag stellte **Dr. Robert Raudner (BDI BioEnergy International)** die Herausforderungen bei der Verwendung von Algenöl als Rohstoff für Biodiesel dar. 2011 startete das EU Projekt ALLGAS mit Hauptaugenmerk auf der Verwendung von Abwasser. BDI war verantwortlich für die Extraktion von Lipiden aus feuchter Biomasse und die Gewinnung von Biodiesel sowie für Flottentests. Aufgrund von Schwierigkeiten kam es im Projekt zu einer Verschiebung des Zeitplanes von geplanten fünf Jahren auf acht Jahre. Im Projekt konnte nicht die geplante Menge Algenbiomasse bzw. Algenöl produziert werden. Weiters ist die Qualität des Algenöls nicht ausreichend für die Biodieselherstellung (nur 2-5% Ölgehalt, bis zu 50% unverseifbare Anteile, hohe Gehalte an Schwefel und Phosphor). Die Herausforderungen bei der Biodieselproduktion aus Algen sind die Verfügbarkeit von Algenöl, angemessener Preis, Pumpbarkeit des Öls und die Qualität des Öls. Für die Umwandlung von Algenöl ist ein spezieller Um-

wandlungsprozess nötig, Standardverfahren reichen nicht aus und die Qualität des finalen Produktes hängt von der Qualität des Algenöls ab. Im Projekt ALLGAS wurde auf die zweite Verwertungsschiene (Biogas) umgeschwenkt. Trotz aller technologischen Schwierigkeiten hat BDI zahlreiche Erkenntnisse aus dem Projekt gewonnen.

Im Anschluss an die Veranstaltung wurde eine Exkursion zum IFA Tulln angeboten wo vier Algen-Stationen besichtigt werden konnten. Einblick konnte man in folgende Themen gewinnen:

- Live-Schaltung zum Pilot-Photobioreaktor nach Dünrohr und Erklärung des PBRs und der Steuerung
- Vorstellung unterschiedlicher Kultivierungssysteme im Labormaßstab
- Demonstration verschiedener Labor-Photobioreaktoren
- Vorstellung heterotropher Algenkultivierung



Kontakt

ÖGUT – Österreichische Gesellschaft für
Umwelt und Technik
Antonija Wieser
Tel.: +43/(0)1/315 63 93–34
E-Mail: antonija.wieser@oegut.at



BIOENERGY 2020+
Dina Bacovsky
Tel.: +43/(0)7416/52238–35
E-Mail: dina.bacovsky@bioenergy2020.eu



Verantwortung

Bundesministerium für Verkehr,
Innovation und Technologie
Abt. Energie- u. Umwelttechnologien



in Kooperation mit der
Universität für Bodenkultur