



The logo for bioenergy2020+ features a green bar with a white dot and the letters 'in' in white, followed by the text 'bioenergy2020+' in green and red.

Erfahrungen aus dem Bereich Downstream processing mit Mikroalgen und Cyanobakterien

Bernhard Drosch, Katharina Meixner, Clemens Troschl, Markus Gruber-
Brunhummer, Wolfgang Zeilinger, Gerald Kinger, Ines Fritz

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Agrobiotechnologie, IFA-Tulln
Institut für Umweltbiotechnologie

Inhalt



- Einleitung
- Einfluss des Ernteverfahrens
- Aufschluss von Zellen
- Wertstoffextraktion
- Reststoffverwertung
- Ausblick





bioenergy2020+

Einleitung

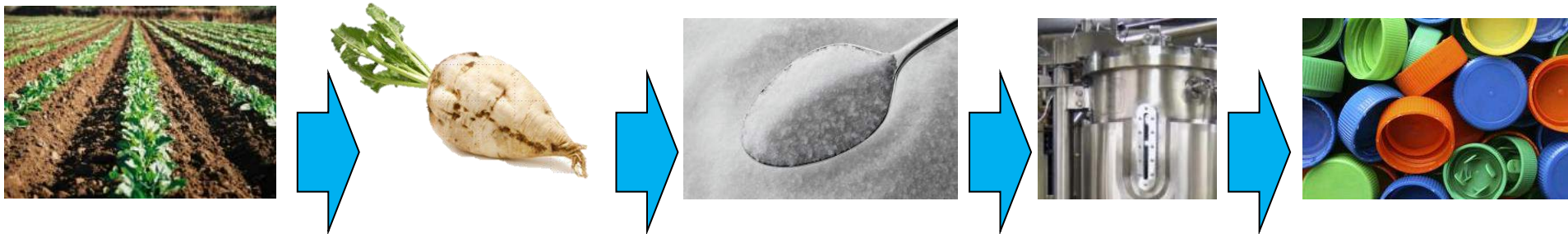


Startpunkt Projekt CO2USE: Biokunststoff-Produktion mit Cyanobakterien



bioenergy2020+

PHB-Produktion aus Zucker (Stand der Technik)



Alternative PHB-Produktion mittels Cyanobakterien aus Rauchgas

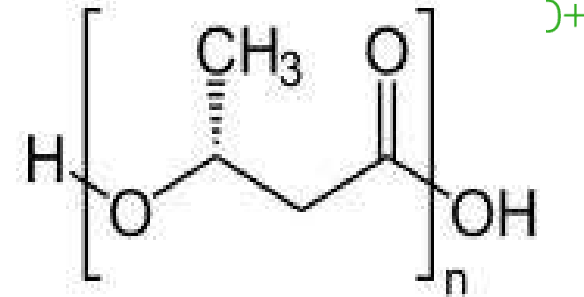


Die Präsentation umfasst auch Daten aus Projekten im Rahmen des Kompetenzzentrums Bioenergy 2020+

Biopolymer PHB



- PHB = Polyhydroxybuttersäure
 - Gehört zu den PHA (Polyhydroxyalkanoate)
 - Biologisch abbaubares Biopolymer
 - Ungiftig, unlöslich in Wasser, resistent gegen UV-Strahlung, gute O₂-Durchlässigkeit
 - Thermoplast, ähnliche Eigenschaften wie Polypropylen



(Hankermeyer and Tjeerdema 1999; Philip et al. 2007)

- Verwendung:
 - Lebensmittelindustrie (bio-plastics.org)
 - Pharmazie (Zinn et al. 2001)
 - Landwirtschaft (Philip et al. 2007)



Quelle: <http://www.lwk-rlp.de/aktuelles/einzelansicht/archive/2014/march/article/maisbau-unter-folie-ein-neues-altes-system/?cHash=3894329e7c8818ef0e7ebfcdcb86438>

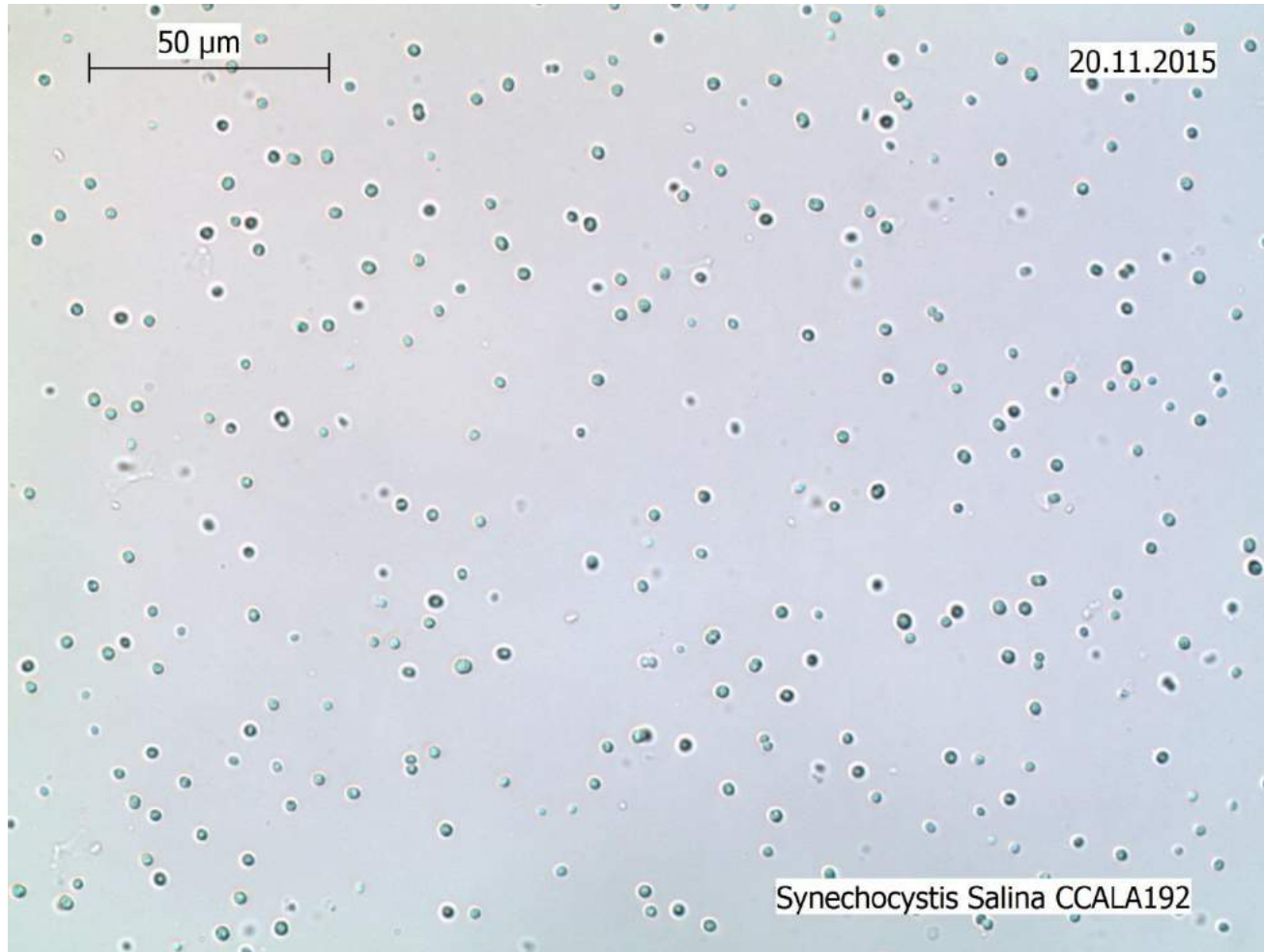


Quelle: <http://www.ptonline.com/articles/processing-biopolymers-for-rigid-shee-thermoforming>

Wie komme ich von der Algensuspension ...



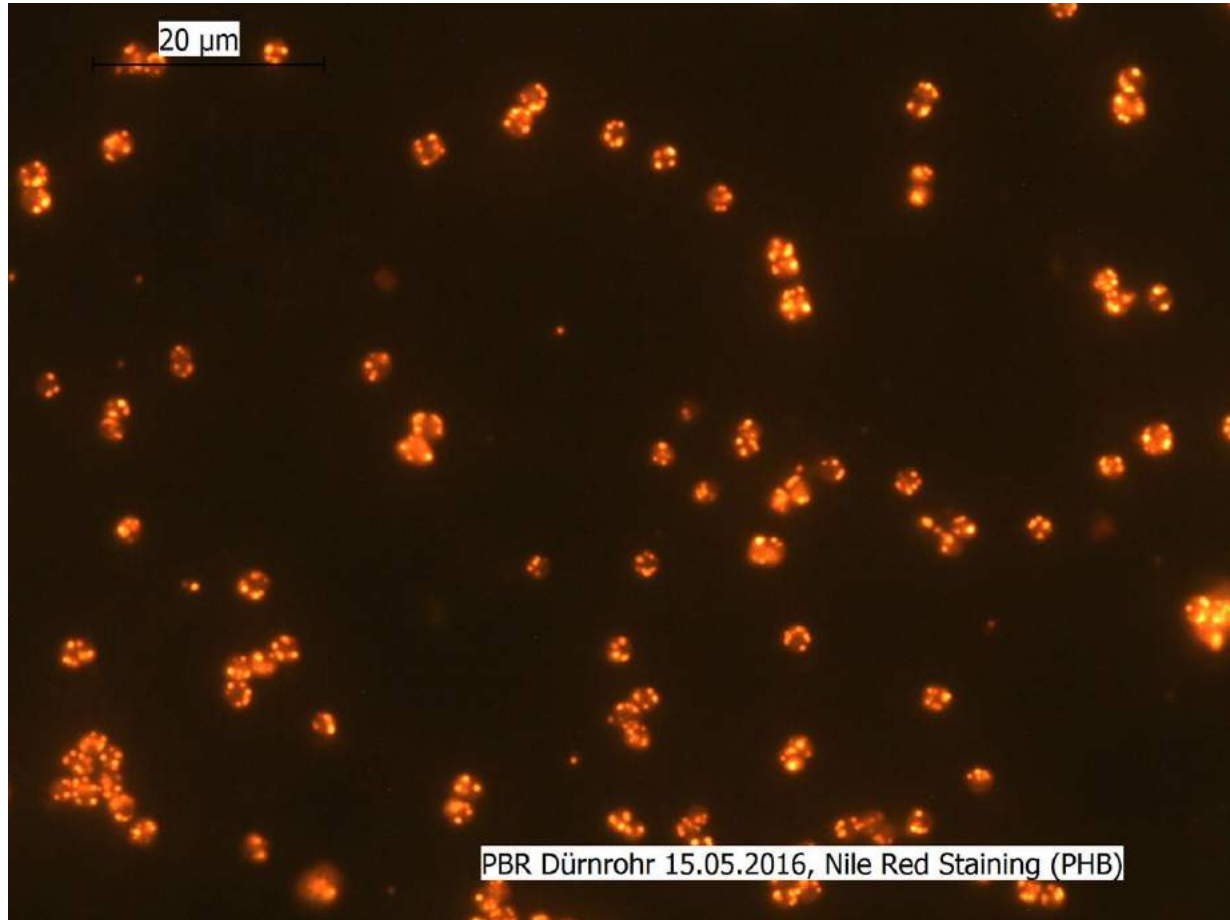
 bioenergy2020+



... und den Speicherstoffen in den Zellen ...



bioenergy2020+



... zu meinem Produkt?



bioenergy2020+



Quelle: <http://www.swarco.com>

Die Antwort: Downstream processing ...





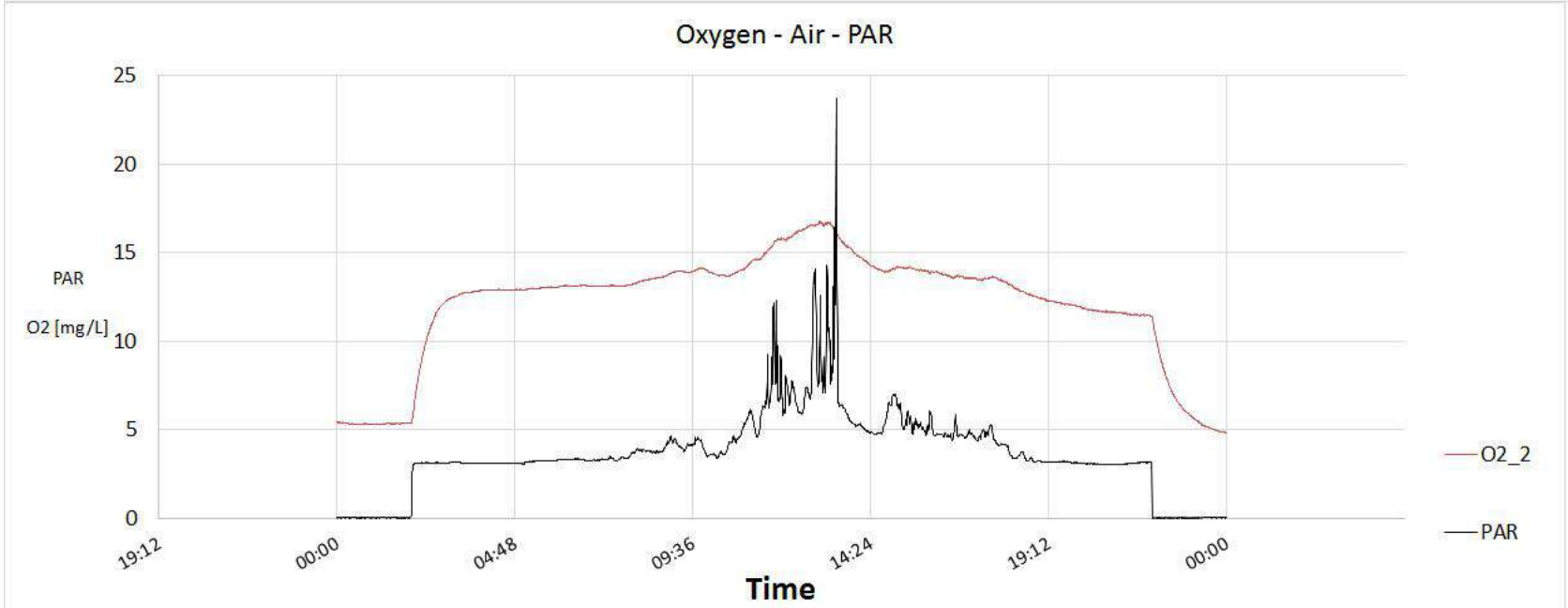
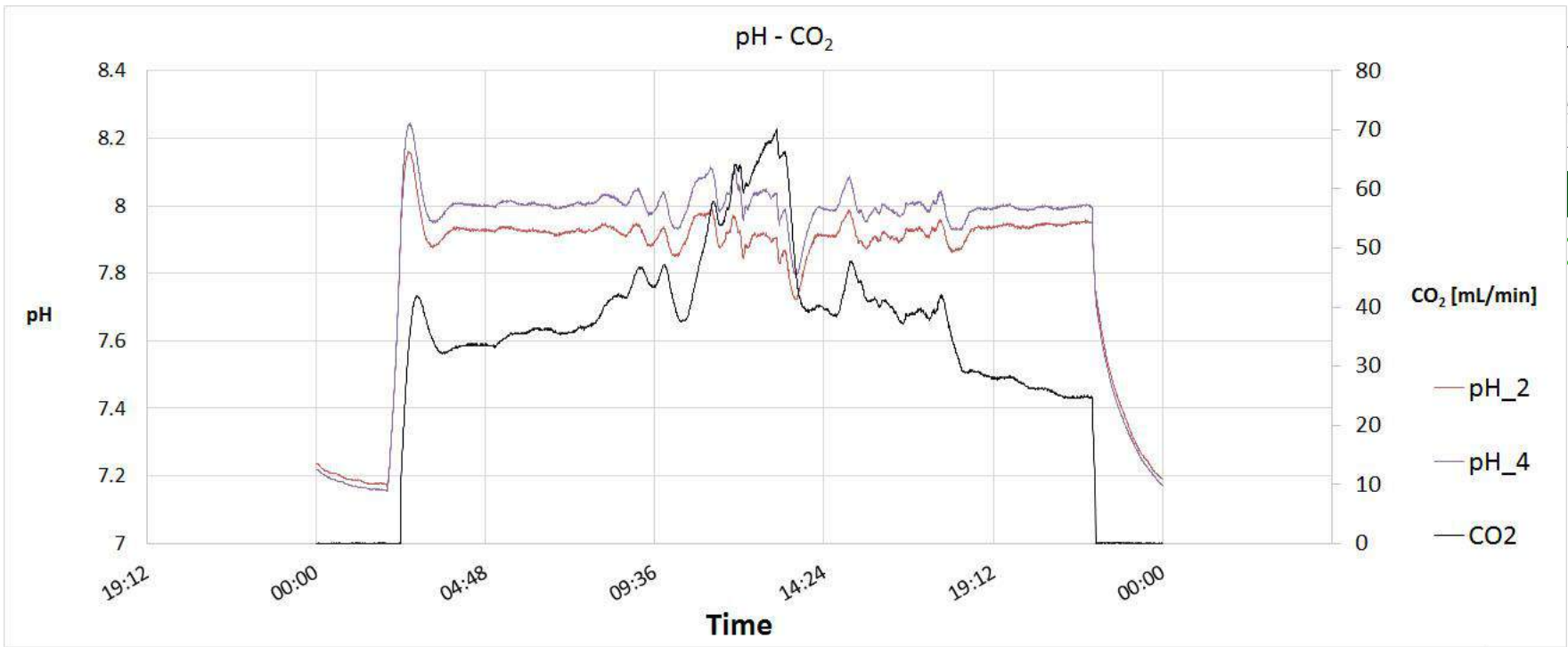
bioenergy2020+

Zellernte



Kultivierung im Photobioreaktor



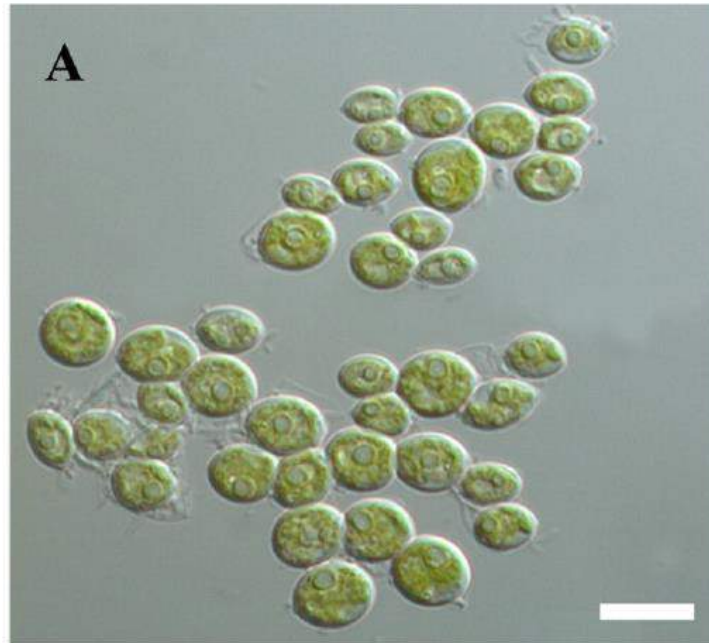


Ernte der Biomasse

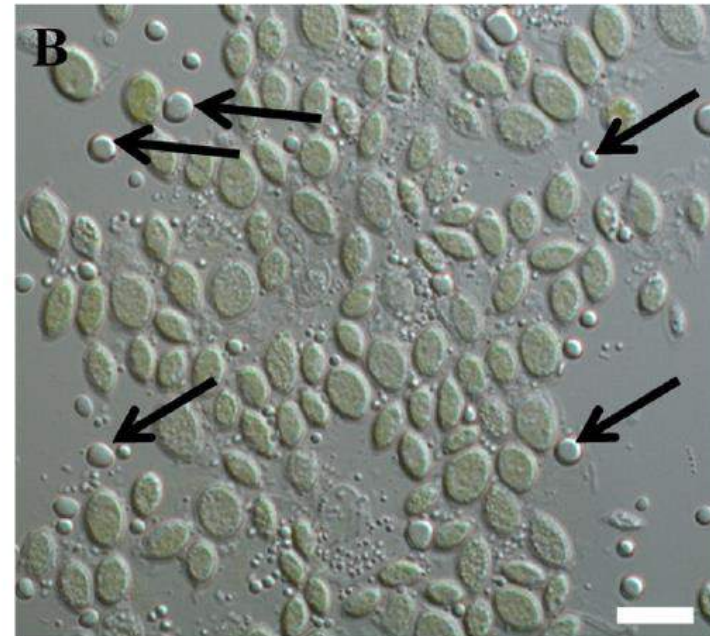


020+

Ernte von Lipid-angereicherter Algen-Biomasse (*Scenedesmus/Acutodesmus*)



Nicht limitiert



Limitiert – Lipid-reich

Stark lipidhaltige Zellen platzen während der Ernte auf, Ernteverfahren (z.B. Zentrifugation, Sedimentation) hat Einfluss auf Biomasse-Zusammensetzung

Gruber-Brunhumer MR, Nussbaumer M, Jerney J, Ludwig I, Zohar E, Lang I, Bochmann G, Schagerl M, Obbard JP, Fuchs W, Drosg B (2016) Two-stage cultivation of N-rich and N-deprived *Acutodesmus obliquus* biomass: Influence of cultivation and dewatering methods on microalgal biomass used in anaerobic digestion. *Algal Research* 17, 105-112 .



bioenergy2020+

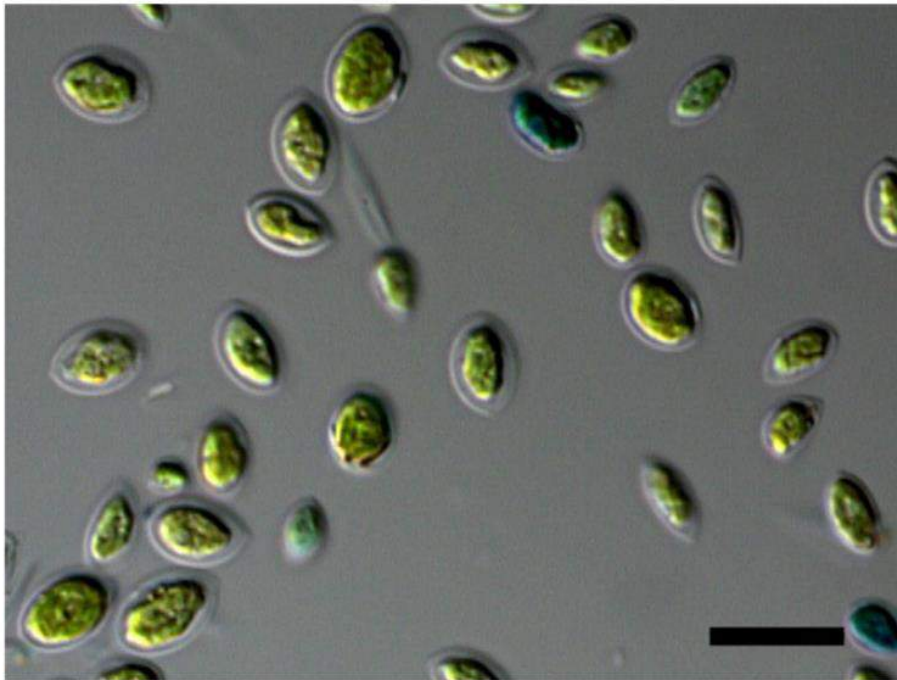
Zellaufschluss



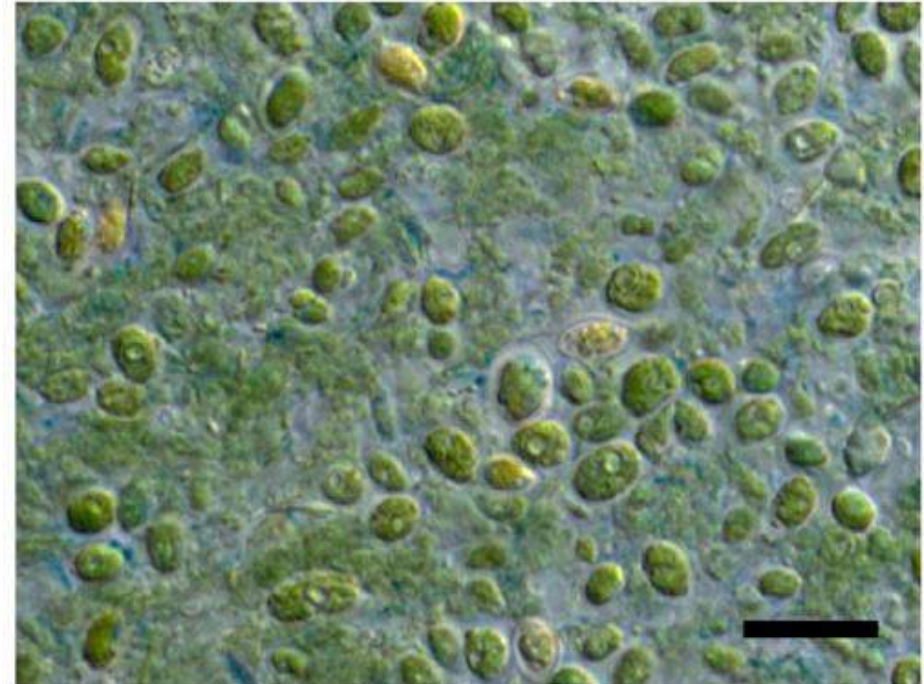
Zellaufschluss von nicht Lipid-angereicherter Algen-Biomasse (*Scenedesmus/Acutodesmus*)



bioenergy2020+



unbehandelt



Ultraschall-Aufschluss

Gruber-Brunhumer MR, Jerney J, Zohar E, Nussbaumer M, Hieger C, Bochmann G, Schagerl M, Obbard JP, Fuchs W, Drosg B (2015) *Acutodesmus obliquus* as a benchmark strain for evaluating methane production from microalgae: Influence of different storage and pretreatment methods on biogas yield. *Algal Research* 12, 230-238.

Auch die Lagerung hat Einfluss ...

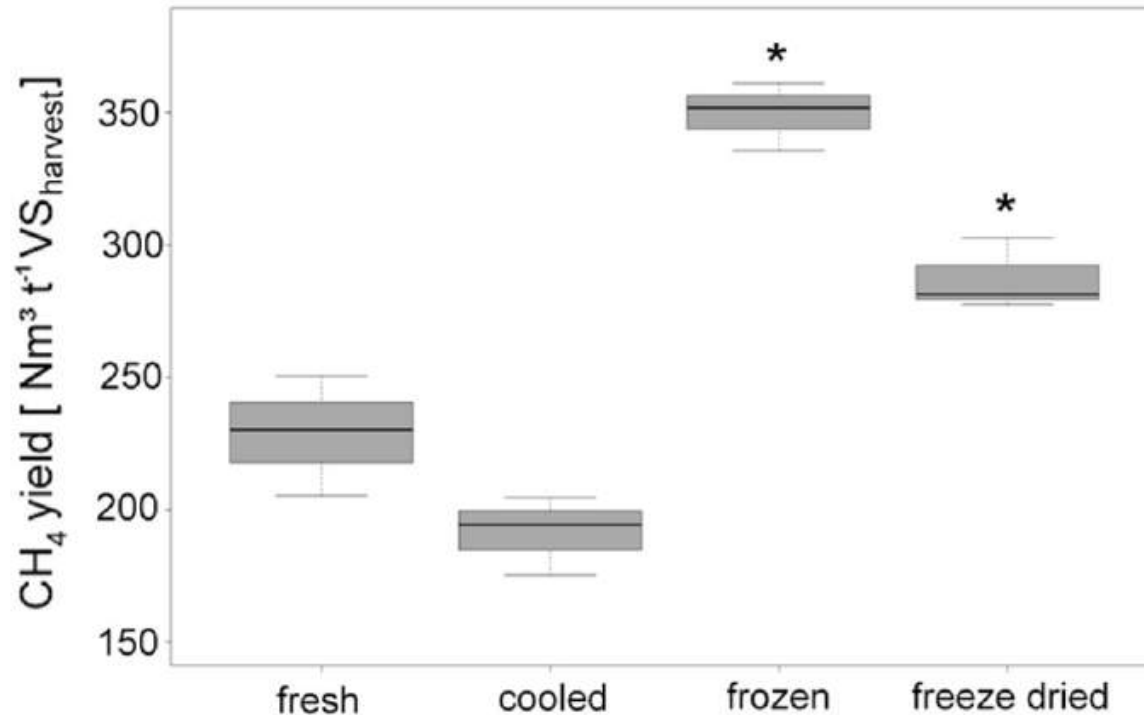


Fig. 7. CH₄ yields after 30–38 days of anaerobic digestion of differently stored *Acutodesmus obliquus* biomass. Values refer to harvested biomass; asterisks indicate significant differences compared to fresh biomass; Nm³ = normalized gas production in m³; n = 3.

Gruber-Brunhumer MR, Jerney J, Zohar E, Nussbaumer M, Hieger C, Bochmann G, Schagerl M, Obbard JP, Fuchs W, Drosg B (2015) *Acutodesmus obliquus* as a benchmark strain for evaluating methane production from microalgae: Influence of different storage and pretreatment methods on biogas yield. *Algal Research* 12, 230-238.



The logo for bioenergy2020+ features a green horizontal bar with a white circle containing a lowercase 'i' on the left. Below the bar, the text 'bioenergy2020+' is written in a green, sans-serif font.

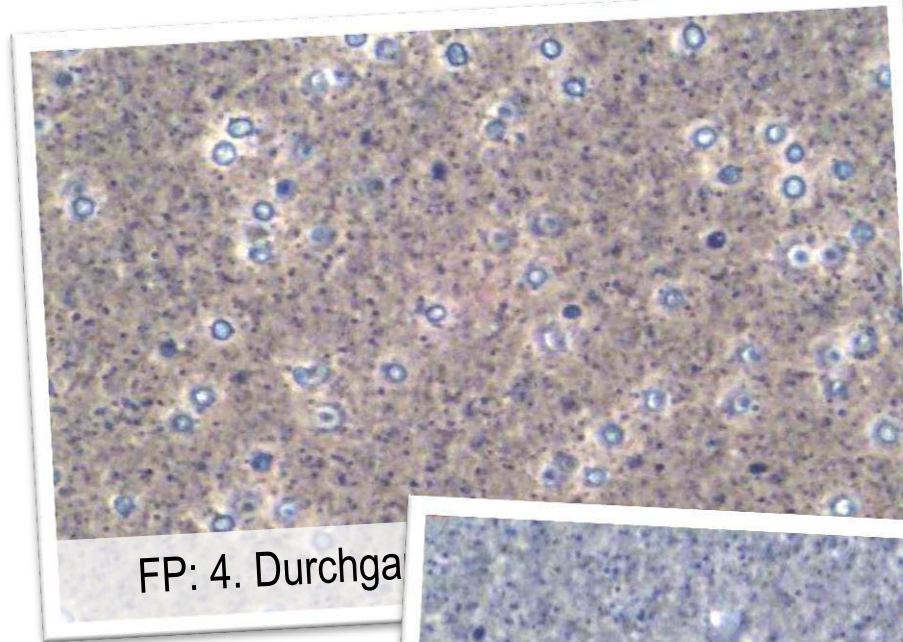
Wertstoff-Extraktion

Beispiel PHB-Produktion mit *Synechocystis salina*

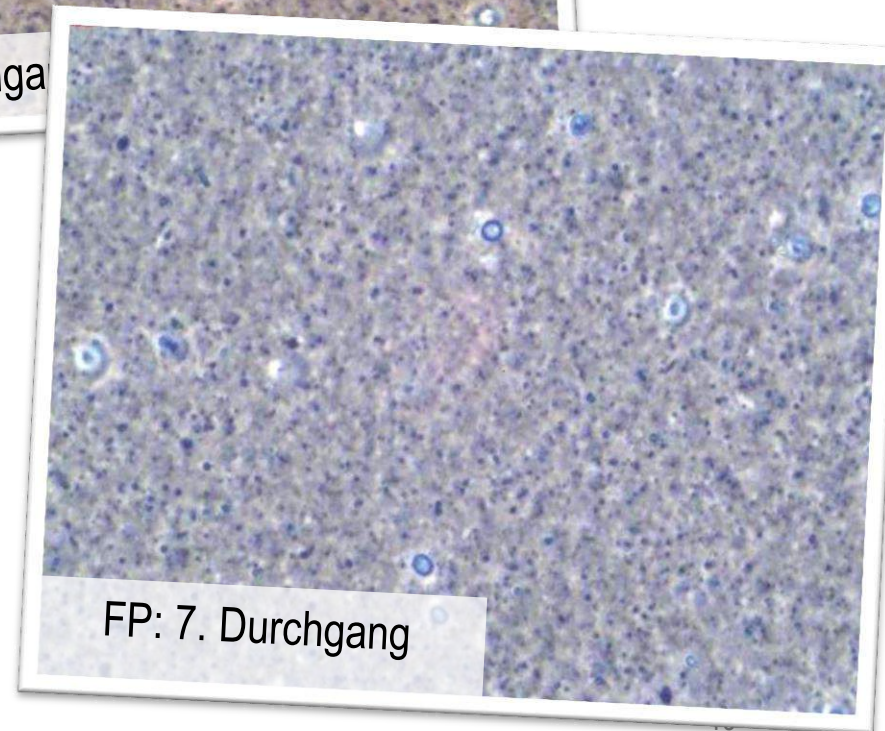
Vorbehandlung – Zellaufschluss

French Press

- Mehrere Durchgänge für vollständigen Zellaufschluss erforderlich



FP: 4. Durchgang



FP: 7. Durchgang

Vorbehandlung – Pigment Extraktion

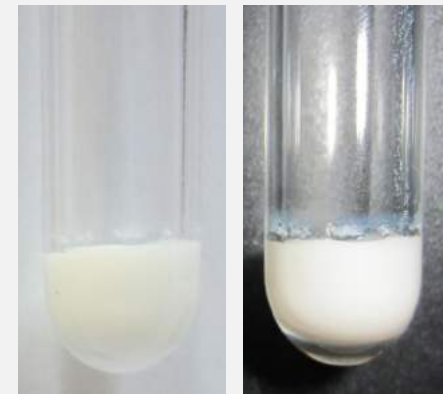
Chloroform Extrakte

PHB

- Ohne Pigment Extraktion:



- Pigment Extraktion vor der PHB-Extraktion:



Vorbehandlung – Pigment Extraktion

- Pigment Extraktion vor PHB-Extraktion
- Lösungsmittel und –mischungen

Aceton:Ethanol
50:50

Ethanol

Aceton:Ethanol
70:30

Aceton



Chloroform Extrakte

Bester Ansatz für die PHB-Extraktion



The logo for bioenergy2020+ features a green bar with a white dot and the text 'bioenergy2020+' in green and red.

Vorbehandlung

- French Press

Pigment Extraktion

- Ac:EtOH 70:30

PHB- Extraktion

- Soxtherm

PHB- Aufreinigung

- Ausfällen in EtOH

PHB Eigenschaften



	<i>Synechocystis salina</i>	Kommerzielles PHB	
Polymergewicht (Mw)	333 - 1390	149 – 201	kDa
Polydispersität (PDI)	1.8 – 5.1	2.1 – 2.6	
Beginn thermischer Zersetzung (T ₀)	275 – 282	273 – 283	°C
Schmelzpunkt (T _m)	174 – 185	166 – 169	°C
Schmelzenthalpie (ΔH _m)	95 – 105	45 – 135	J/g

Hohes Molekulargewicht und hohe Schmelztemperatur
→ gute thermische Verarbeitbarkeit (Extrusion, Spritzguss,...)

Auswirkung der Vorbehandlung auf die PHB Qualität



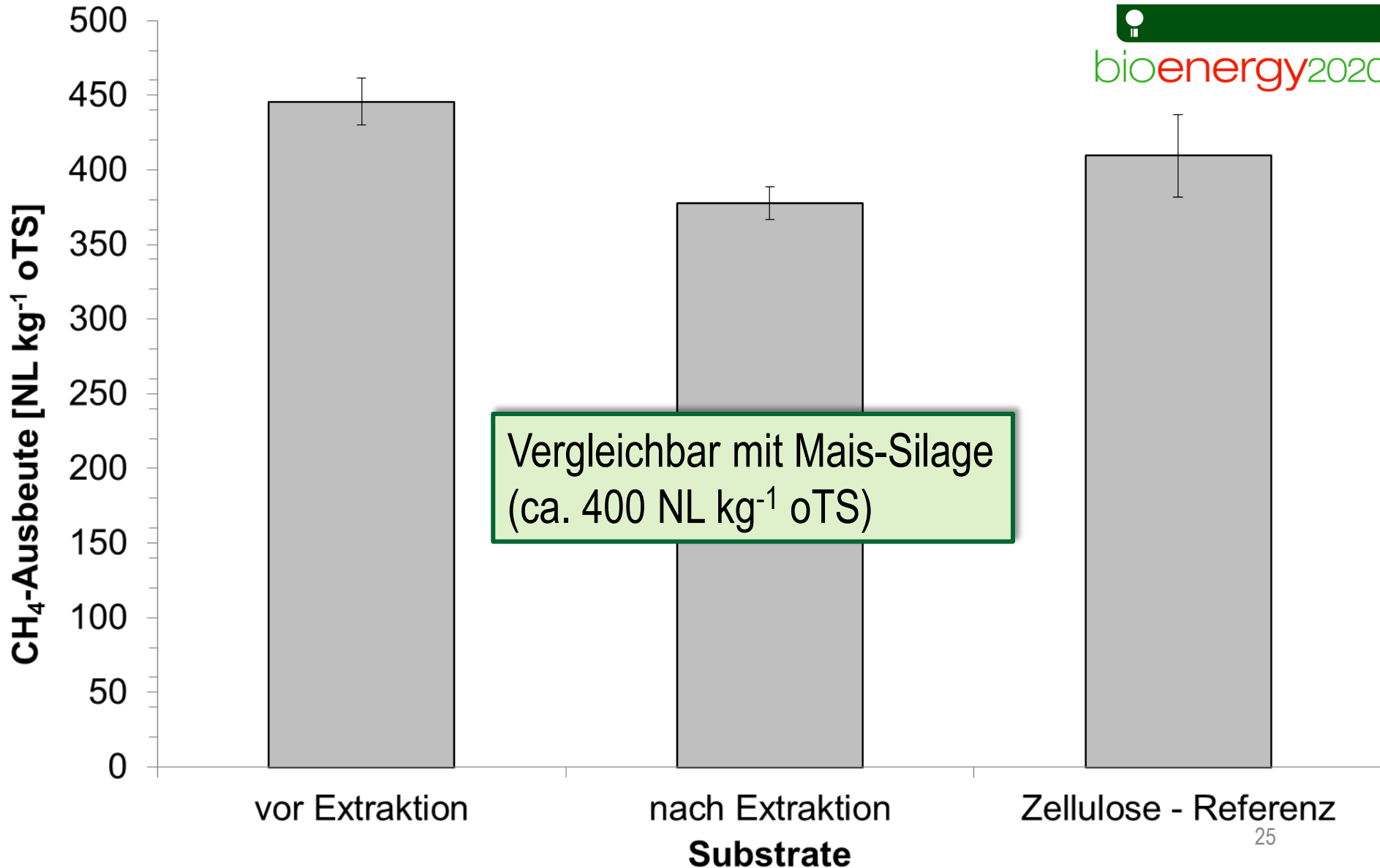
bioenergy2020+

- Polymer als poly-3-hydroxybutyrate (PHB) identifiziert
- Molekulare Masse
 - Vergleichbar mit kommerziell erhältlichem PHAs
 - $0.3-1.4 \cdot 10^6 \text{ g mol}^{-1}$
- Mahlen und Pigment Extraktion
 - Erhöhen die Molekulargewichtsverteilung
 - Senken die Polydispersität („Massenstreuung“)
- French Press
 - Höchstes Molekulargewicht
 - Geringste Polydispersität

Verwertung der Restbiomasse



bioenergy2020+



Mögliche Alternative zur Reduktion des Aufwandes im Downstream processing

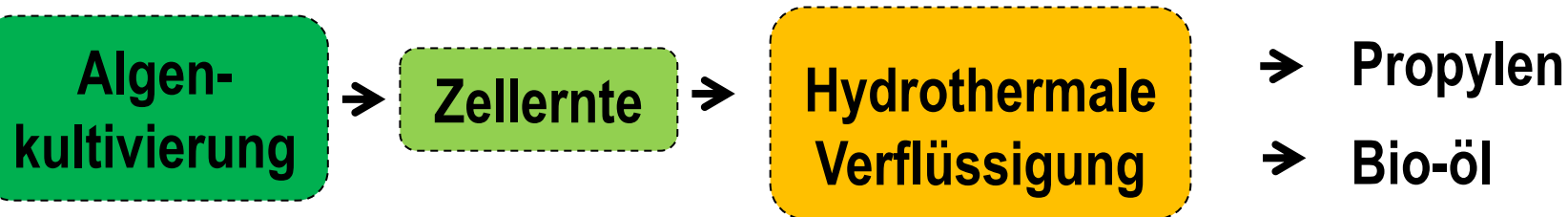


bioenergy2020+

Herkömmlicher Ansatz:



Alternativer Ansatz – hydrothermale Umsetzung zu Propylen:



Wagner J, Bransgrove R, Beacham TA, Allen MJ, Meixner K, Drosg B, Ting VP, Chuck CJ (2016) Co-production of bio-oil and propylene through the hydrothermal liquefaction of polyhydroxybutyrate producing cyanobacteria. *Bioresource Technology*, 166-174.

Zusammenfassung



bioenergy2020+

- Ein Produkt aus Algen in sehr reiner Form (wie PHB) zu gewinnen ist sehr aufwändig
- In jedem biotechnologischen Prozess ist downstream sehr aufwändig
- Zellernte und Lagerung der Algenbiomasse können schon Einfluss auf die Qualität der Algenbiomasse haben
- Aufwand für Zellaufschluss ist unterschiedlich, abhängig vom untersuchten Stamm, sowie z.B. Lipid-Gehalt nach Limitierung
- Ultraschall (*Scenedesmus*), French press (*Synechocystis*)
- Umgehung der Wertstoffaufreinigung (Reduktion des Downstream-Aufwands), wenn möglich
- Gesamtalgenbiomasse, Beispiel hydrothermale Verflüssigung (?)

„Natural“ Downstream ...



<https://www.youtube.com/watch?v=7JswlJf5hbg>

Herzlichen Dank an das Team!



energy2020+



BOKU – Universität für Bodenkultur, Wien
Department für Agrobiotechnology, IFA-Tulln
Institut für Umweltbiotechnologie
Konrad Lorenz Straße 20, A-3430 Tulln

Tel.: +43-1-47654-97400

Fax: +43-1-47654-97409

www.ifa-tulln.ac.at

DI Dr. Bernhard Drosig

bernhard.drosig@boku.ac.at

Tel.: +43-1-47654-97462



bioenergy2020+