



The logo for bioenergy2020+ features a green bar with a white dot and 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



bioenergy2020+

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





bioenergy2020+

# Einleitung

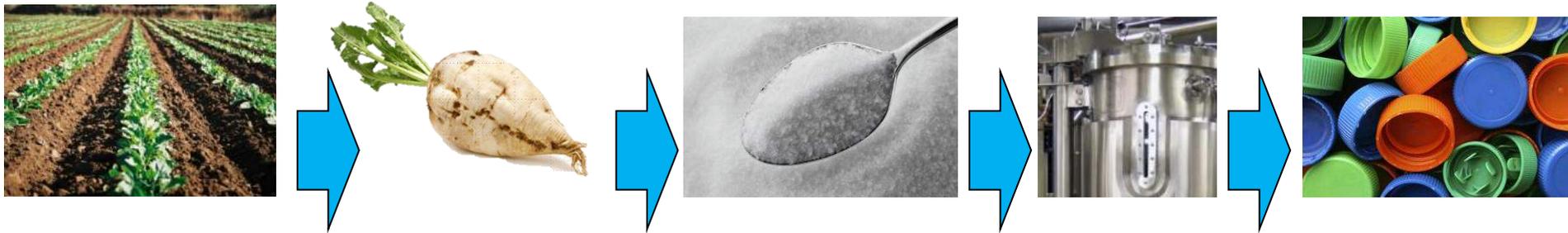


# Startpunkt Projekt CO2USE: Biokunststoff-Produktion mit Cyanobakterien



bioenergy2020+

## PHB-Produktion aus Zucker (Stand der Technik)



## Alternative PHB-Produktion mittels Cyanobakterien aus Rauchgas

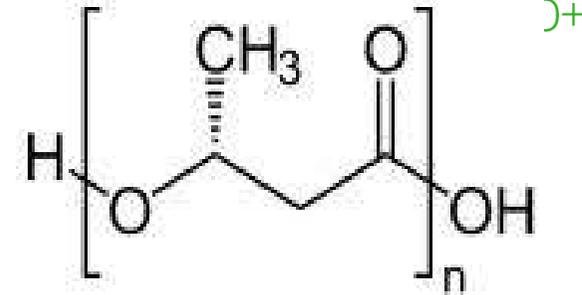


Die Präsentation umfasst auch Daten aus Projekten im Rahmen des Kompetenzzentrums Bioenergy 2020+

# Biopolymer PHB



- PHB = Polyhydroxybuttersäure
  - Gehört zu den PHA (Polyhydroxyalkanoate)
  - Biologisch abbaubares Biopolymer
  - Ungiftig, unlöslich in Wasser, resistent gegen UV-Strahlung, gute O<sub>2</sub>-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>

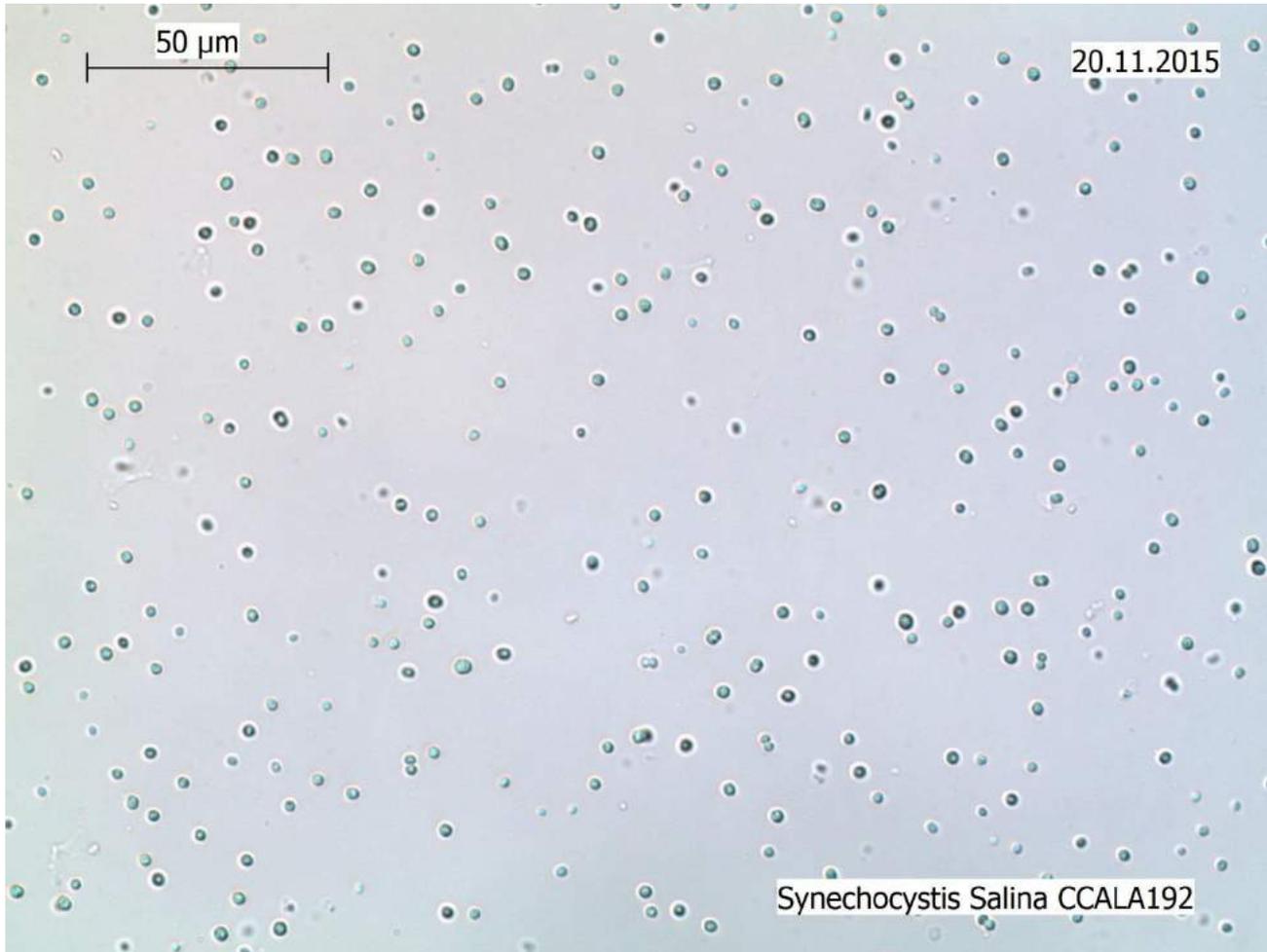


Quelle: <http://www.ptonline.com/articles/processing-biopolymers-for-rigid-shee-thermoforming>

# Wie komme ich von der Algensuspension ...



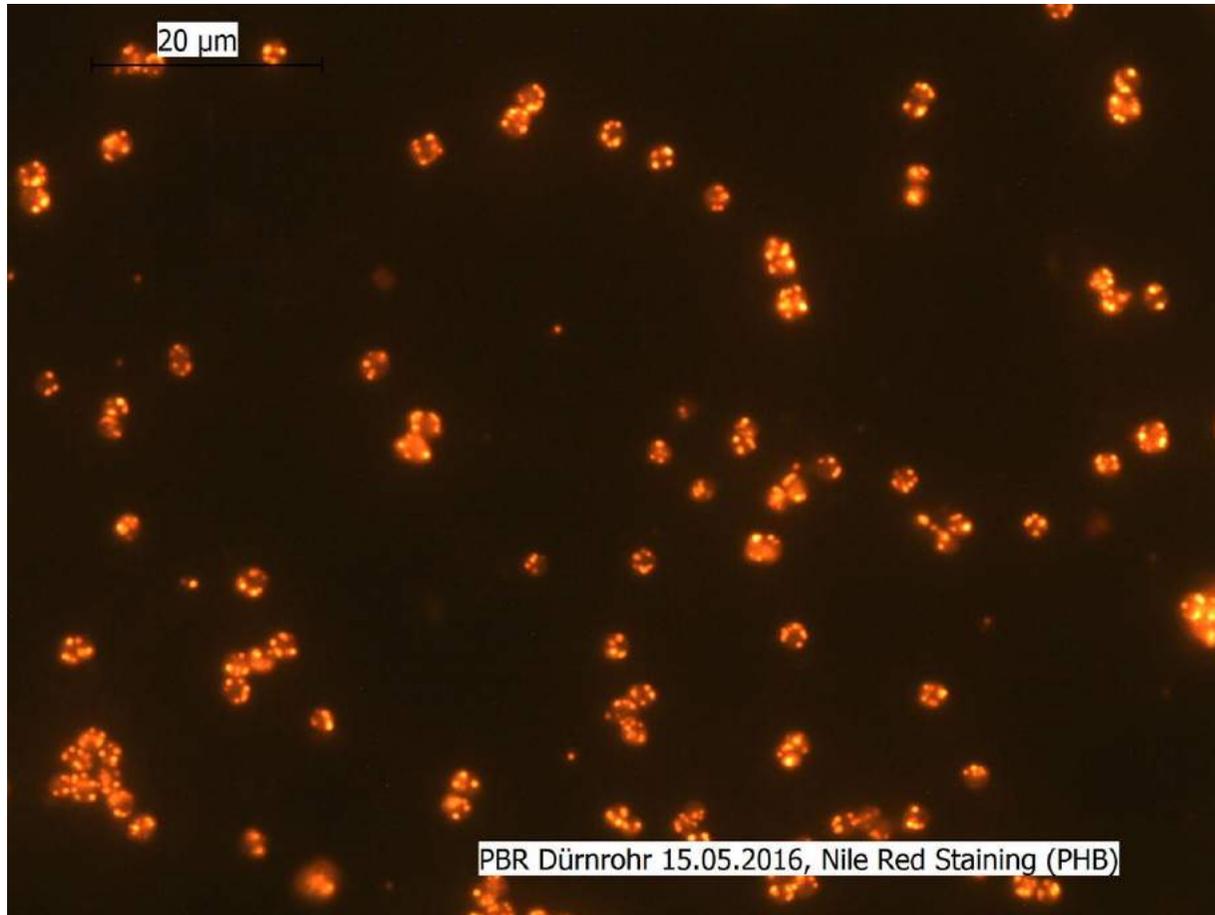
 bioenergy2020+



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



bioenergy2020+



# ... zu meinem Produkt?



bioenergy2020+



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

# Die Antwort: Downstream processing ...





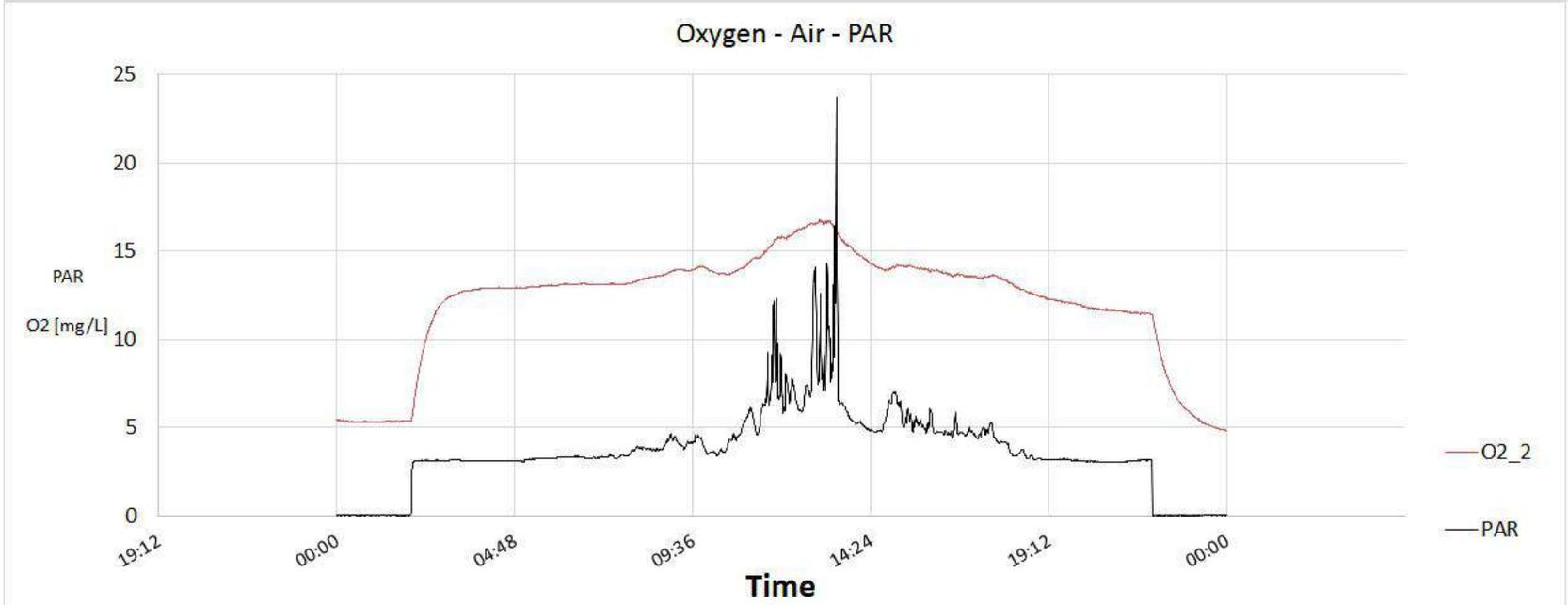
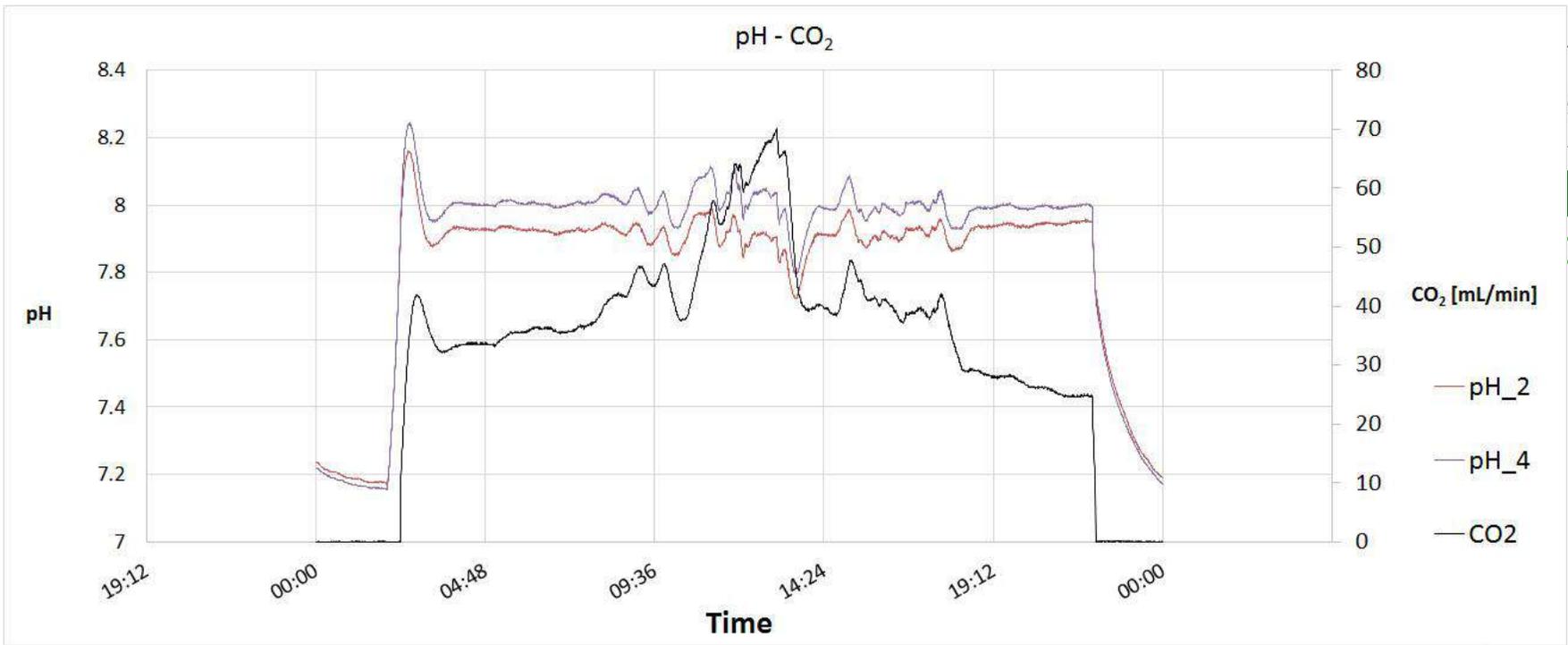
bioenergy2020+

# Zellernte



# Kultivierung im Photobioreaktor



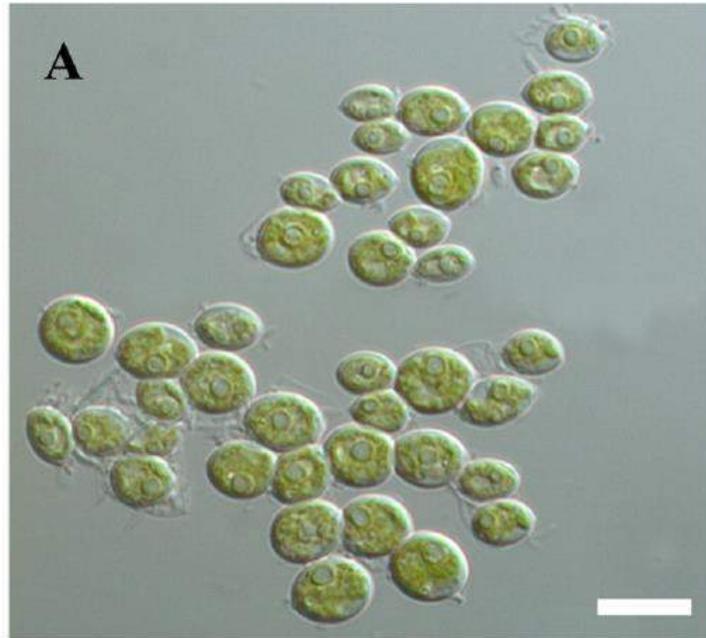


# Ernte der Biomasse

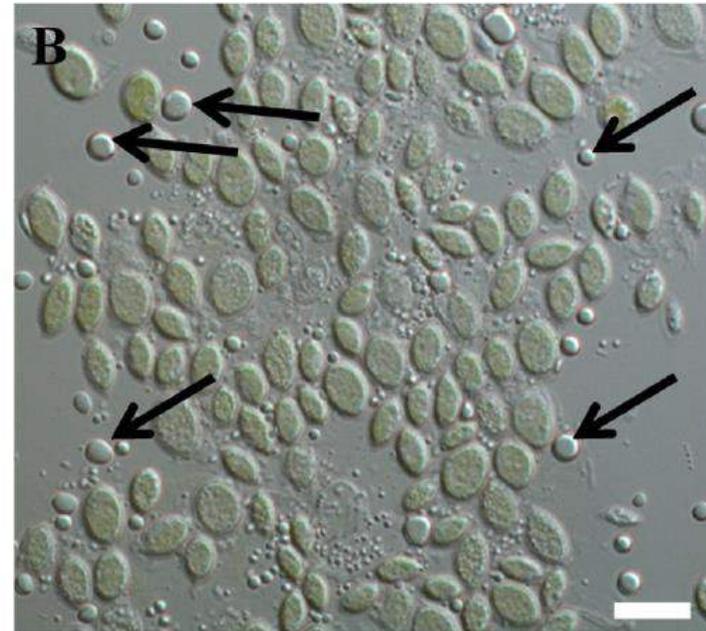


020+

# 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 .



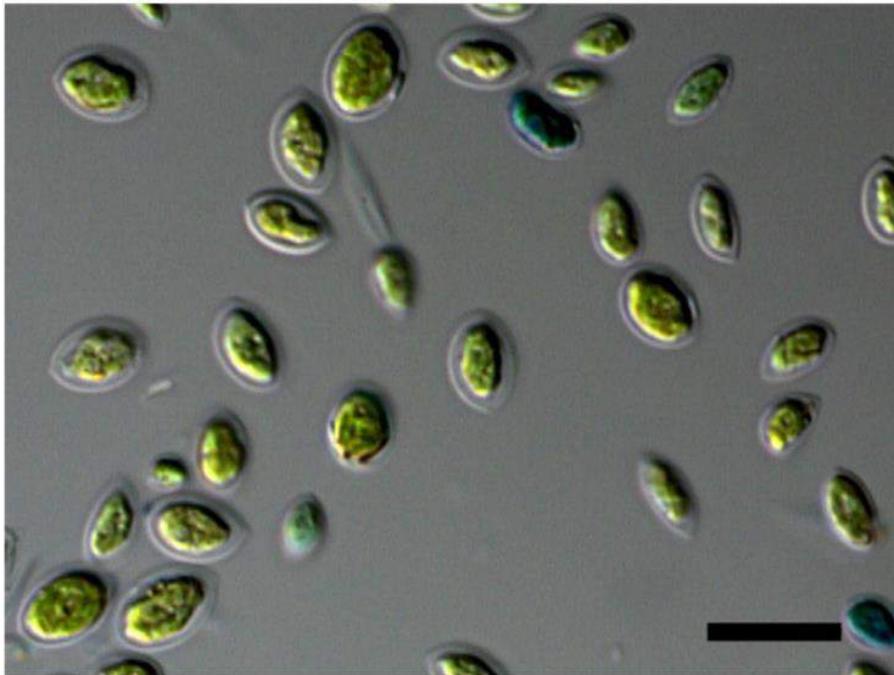
# Zellaufschluss



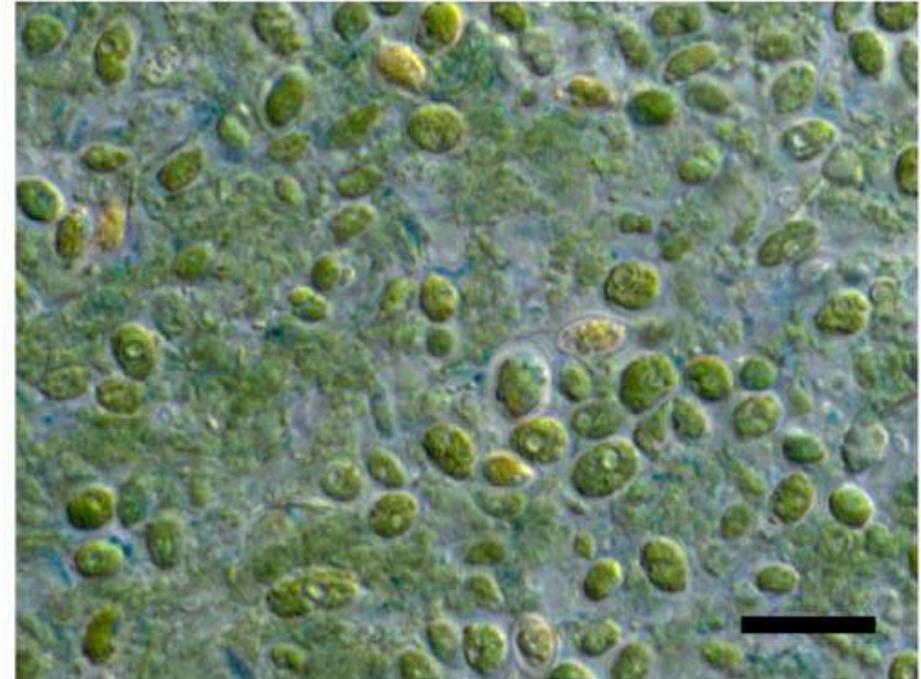
# Zellaufschluss von nicht Lipid-angereicherter Algen-Biomasse (*Scenedesmus/Acutodesmus*)



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 ...

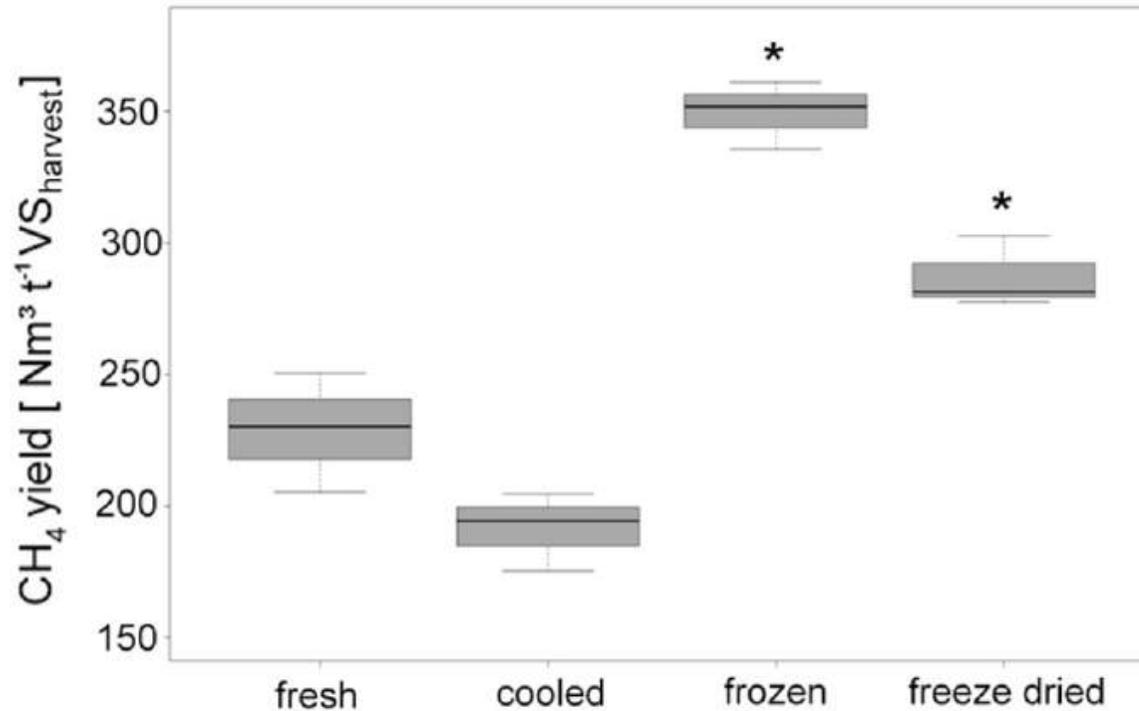


Fig. 7. CH<sub>4</sub> yields after 30–38 days of anaerobic digestion of differently stored. *Acutodesmus obliquus* biomass. Values refer to harvested biomass; asterisks indicate significant differences compared to fresh biomass; Nm<sup>3</sup> = normalized gas production in m<sup>3</sup>; n = 3.

Gruber-Brunhumer MR, Jerney J, Zohar E, Nussbaumer M, Hieger C, Bochmann G, Schagerl M, Obbard JP, Fuchs W, Drogg 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, followed by the text 'bioenergy2020+' in a green, lowercase, sans-serif font.

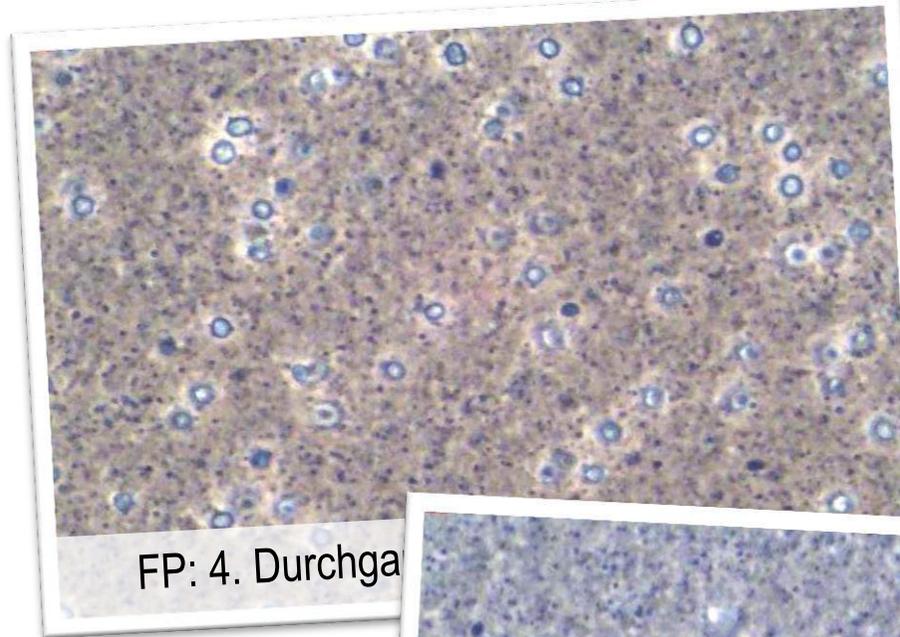
# Wertstoff-Extraktion

## Beispiel PHB-Produktion mit *Synechocystis salina*

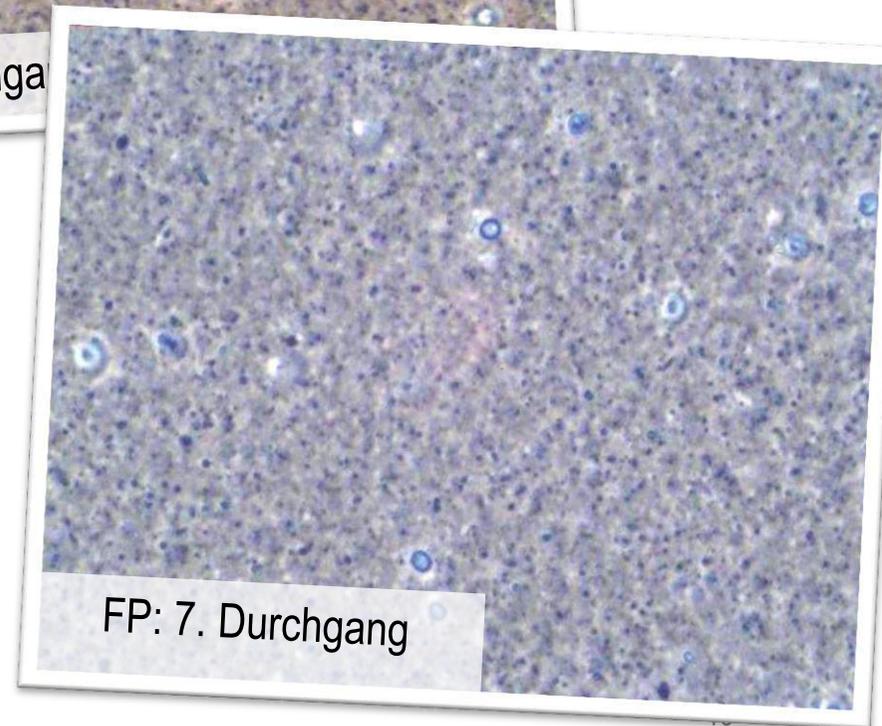
# Vorbehandlung – Zellaufschluss

## French Press

- Mehrere Durchgänge für vollständigen Zellaufschluss erforderlich



FP: 4. Durchgang



FP: 7. Durchgang

# Vorbehandlung – Pigment Extraktion

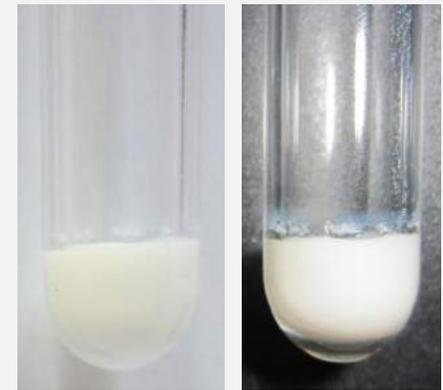
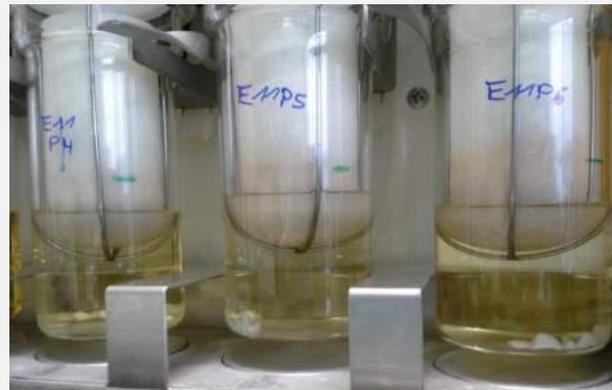
Chloroform Extrakte

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 <sub>0</sub> )	275 – 282	273 – 283	°C
Schmelzpunkt (T <sub>m</sub> )	174 – 185	166 – 169	°C
Schmelzenthalpie (ΔH <sub>m</sub> )	95 – 105	45 – 135	J/g

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

# Auswirkung der Vorbehandlung auf die PHB Qualität



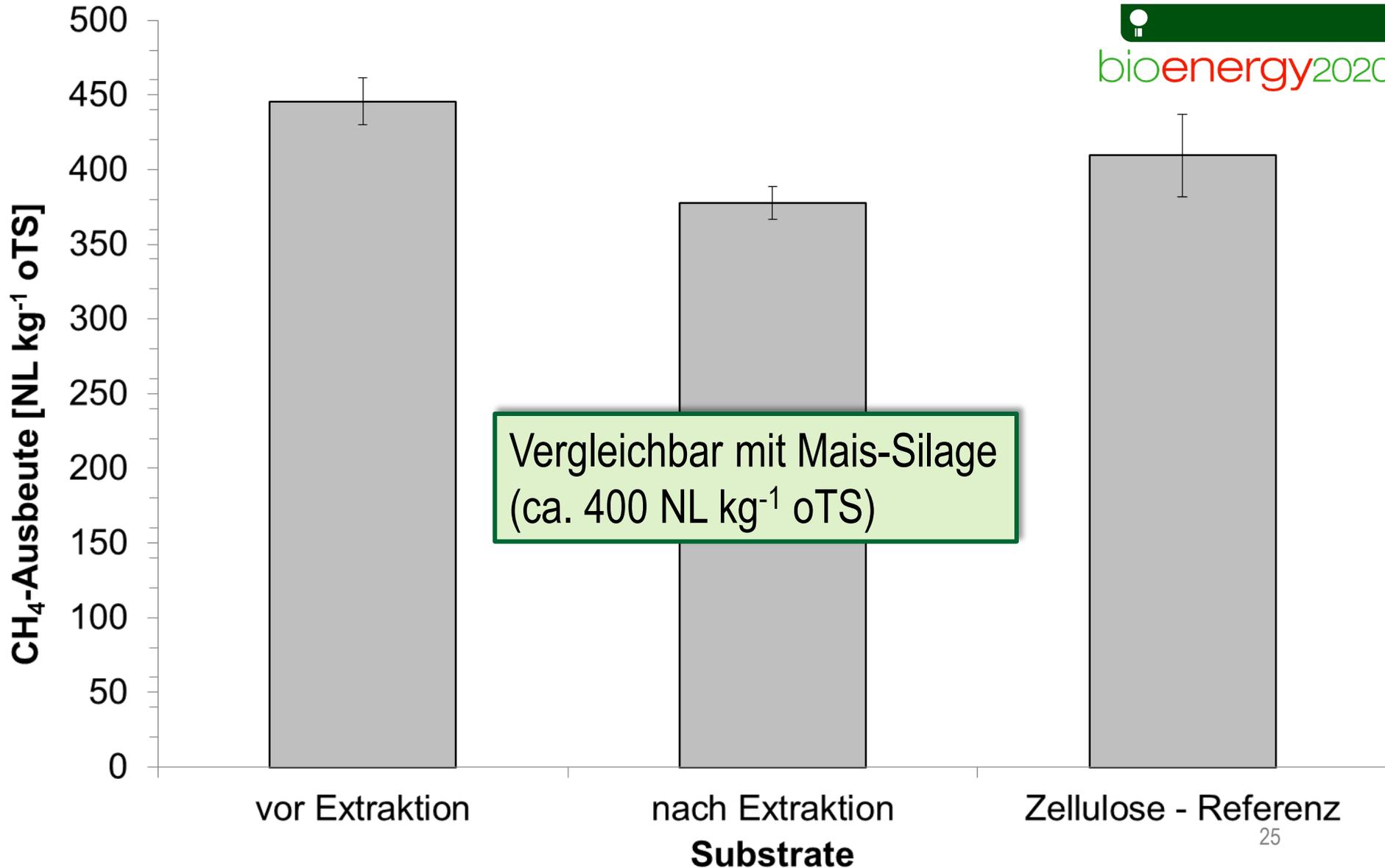
bioenergy2020+

- 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

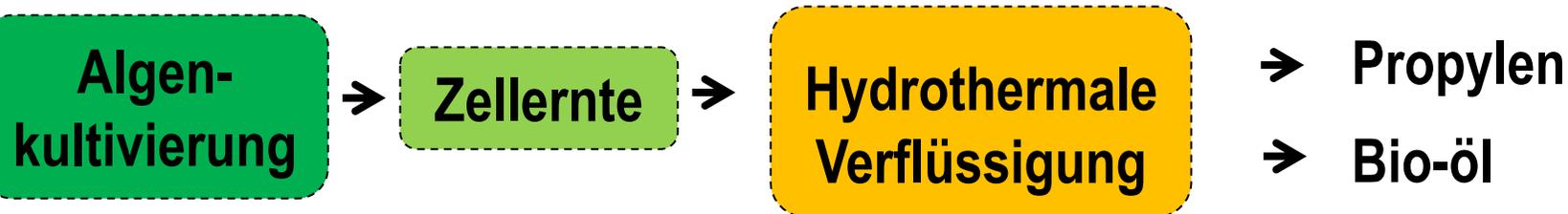


bioenergy2020+

## 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

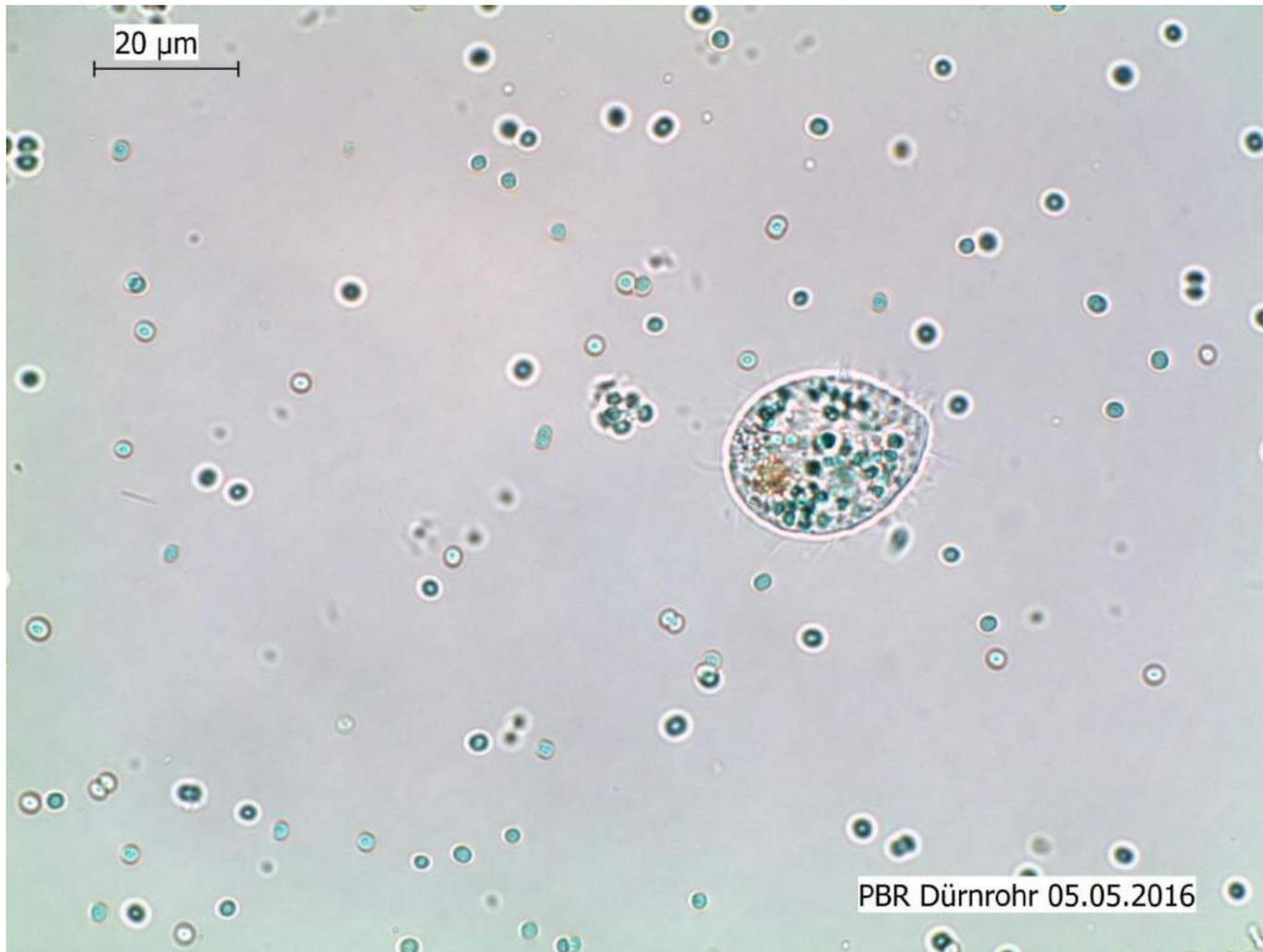


- Ein Produkt aus Algen in sehr reiner Form (wie PHB) zu gewinnen ist sehr aufwändig
- In jedem biotechnologischen Prozess ist downstream sehr aufwändig
- Zellernte und Lagerung der Algenbiomasse können schon Einfluss auf die Qualität der Algenbiomasse haben
- Aufwand für Zellaufschluss ist unterschiedlich, 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 ...



bioenergy2020+

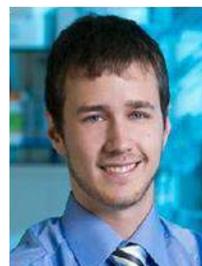


<https://www.youtube.com/watch?v=7JswlJf5hbg>

# 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](http://www.ifa-tulln.ac.at)

**DI Dr. Bernhard Drosig**

[bernhard.drosig@boku.ac.at](mailto:bernhard.drosig@boku.ac.at)

Tel.: +43-1-47654-97462



bioenergy2020+