



bioenergy2020+

Mikroalgenforschung in BIOENERGY 2020+

Bernhard Drosig
Andrea Sonnleitner

Netzwerk Algen, Wien, 17.11.2015



innovations **K**
kompetenz

COMET

Competence Centers for
Excellent Technologies



Überblick

- BIOENERGY 2020+
- Forschungstätigkeiten in Projekten
- Projekt SAM – Synergie von Abwasserreinigung und Mikroalgenkultivierung
- Projekt ALGAS – Algenbiomasse als Additiv in der Anaerobfermentation

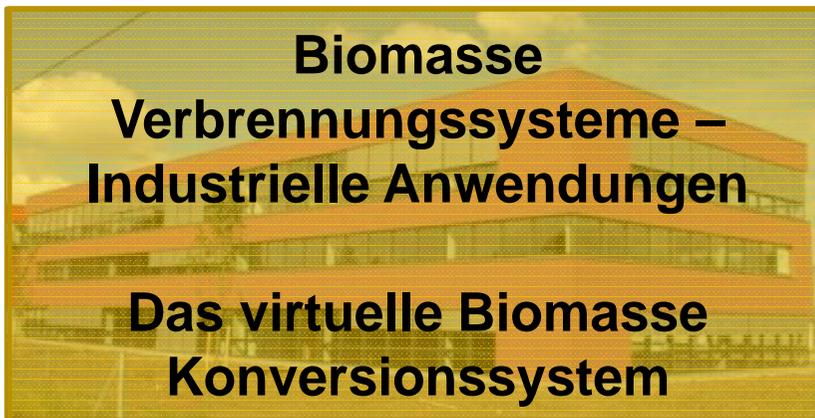


BIOENERGY 2020+ - K1 Kompetenzzentrum



- **Fokus** – Energie aus Biomasse
- Standorte in Graz, Güssing, Wieselburg
- Forschungsstätten in Tulln, Pinkafeld

www.bioenergy2020.eu





BIOENERGY 2020+ Mikroalgenforschung und Projekte

- **Algae&Energy:Austria:** Algen – eine zukünftige erneuerbare Energiequelle? Stand der Technik und Zukunftsperspektiven für das österreichische Energiesystem

- **Erfahrungsaustausch NIWA:** National Institute of Water & Atmospheric Research in Neuseeland

- **SAM:** Synergien von Abwasserreinigung und Mikroalgenkultivierung

- **ALGAS:** Algenbiomasse als Additiv in der Anaerobfermentation



SAM - Projektvorstellung

Synergie von Abwasserreinigung und Mikroalgenkultivierung

■ Sondierungsprojekt Intelligente Produktion

■ Projektpartner:





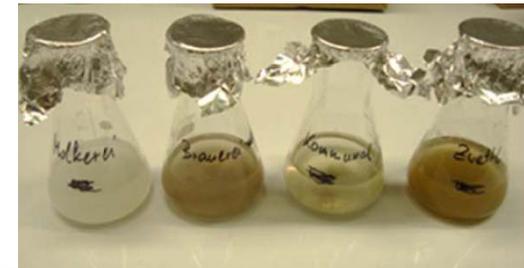
SAM – Ziele und Arbeiten

- Identifikation verschiedener **Nährstoffquellen** für die Algenkultivierung (kommunal, landwirtschaftlich, industriell)
- Auswahl und Charakterisierung geeigneter **Algen**
- Verfahrenstechnische **Systeme** zur Kultivierung und Abtrennung
- **Verwertungspotential** der kultivierten Algenbiomasse
- Identifikation von **Produktionskonzepten** und resultierendem **Forschungsbedarf**



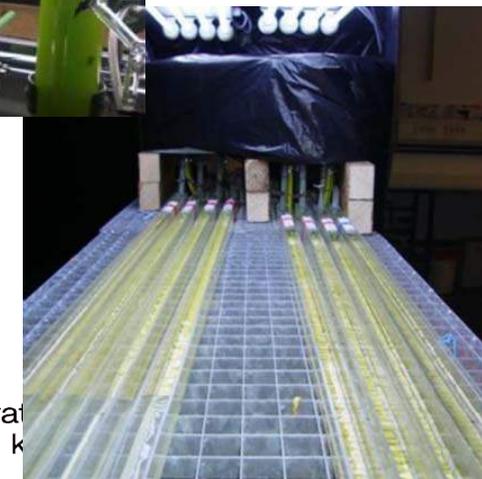
SAM – Praktische Versuche

Abwasserart	Verfügbare Menge in Ö
Brauereiabwasser	2.7 – 4.5 Mio. m ³ /a
Molkereiabwasser	3.6 Mio. m ³ /a
Kommunales Abwasser Großkläranlage	450 Mio. m ³ /a
Kommunales Abwasser Kleinkläranlage	



Pictures: University of Vienna, Department of Limnology

- 1:5 Verdünnung, Sterilisieren nicht nötig
- Molkereiabwasser und kommunales Abwasser am besten geeignet
- Fließrinnen vielversprechendes System
- Kostengünstige Kultivierungssysteme sind für den Anwendungsfall Abwasser vorzuziehen

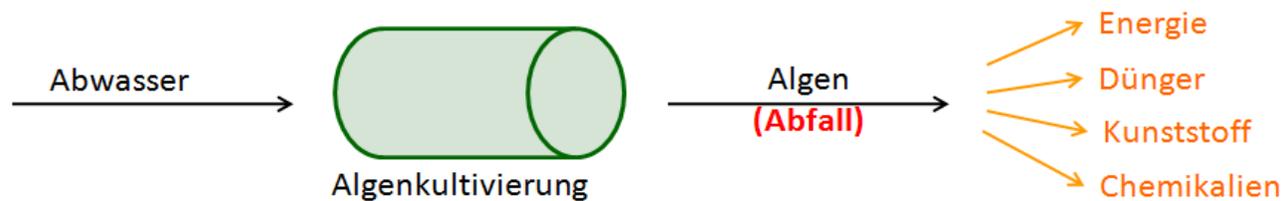




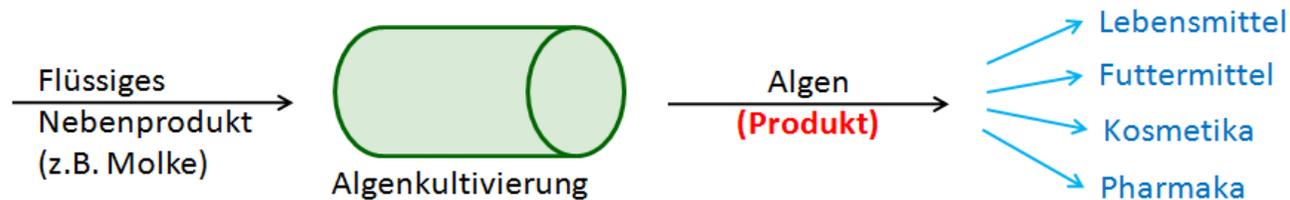
SAM – Mögliche Verwertungswege

■ Rechtliche Rahmenbedingungen ?!

Algenkultivierung auf Abwasser

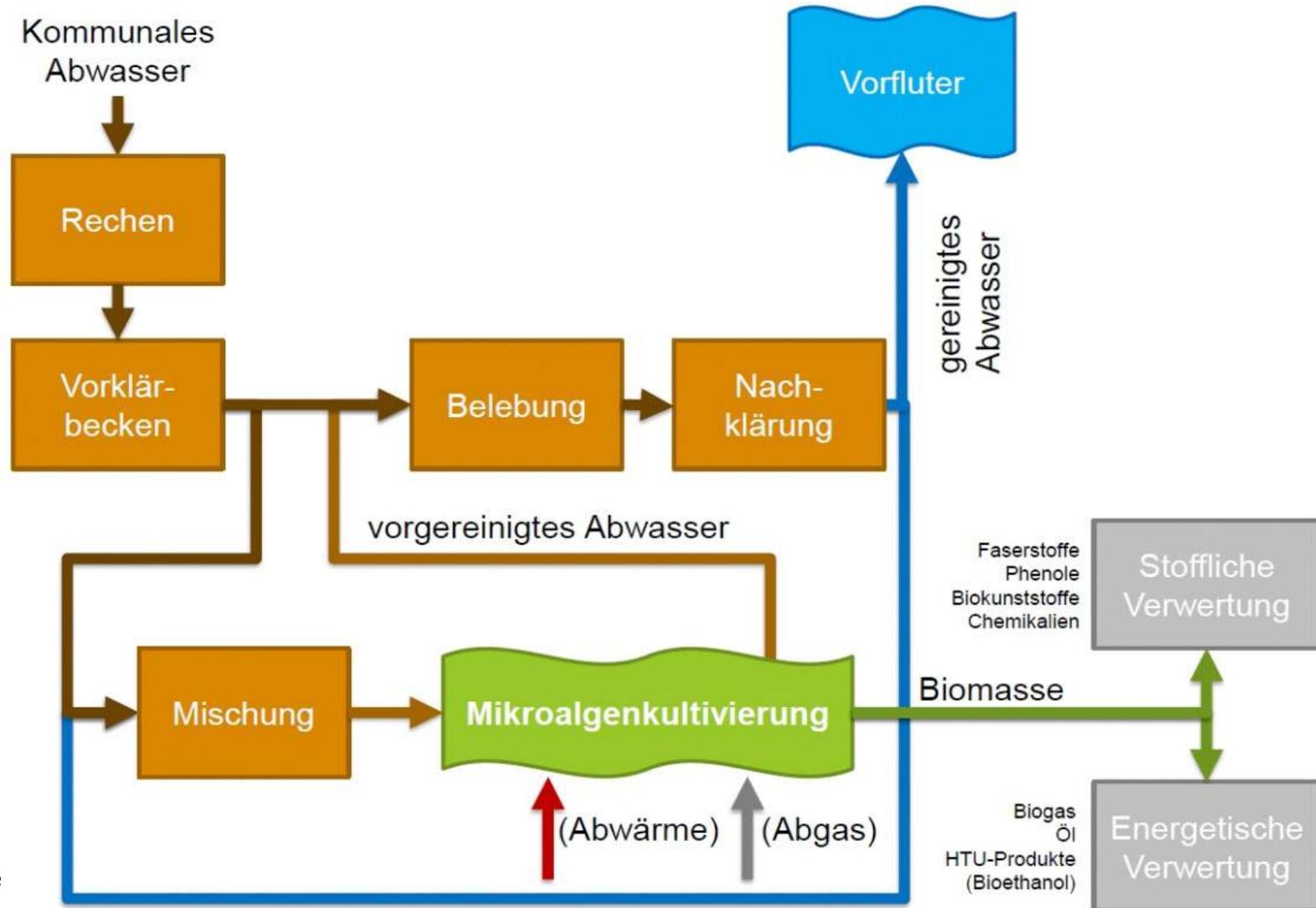


Algenkultivierung auf flüssigen industriellem Nebenprodukt (Milch, Kartoffelbruchwasser, etc.)





SAM – Produktionskonzept der kombinierten kommunalen Abwasserreinigung und Mikroalgenkultivierung





SAM - Ausblick

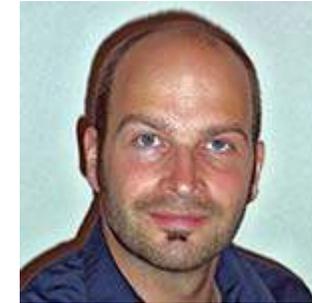
- Herausforderungen bei der Algenkultivierung sind vielfältig
- Forschungs- und Entwicklungsbedarf auf mehreren Ebenen nötig:
 - Laborversuche
 - Ökonomische Betrachtung
 - Ökologische Bewertung
 - Langzeitversuche an Pilotanlagen
 - Energetisches Verwertungspotential



ALGAS Projekt - Algenbiomasse als Additiv in der Anaerobfermentation

■ Projektziele:

- Mikroalgen-Screening (Ausbeute!)
- Upscale zur Algenbiomasseproduktion
- Vorbehandlung der Algen (Zellwände!)
- Auswirkungen auf Biogasprozess



Markus Gruber

■ Projektpartner:

- Erber Future Business
- Universität für Bodenkultur Wien

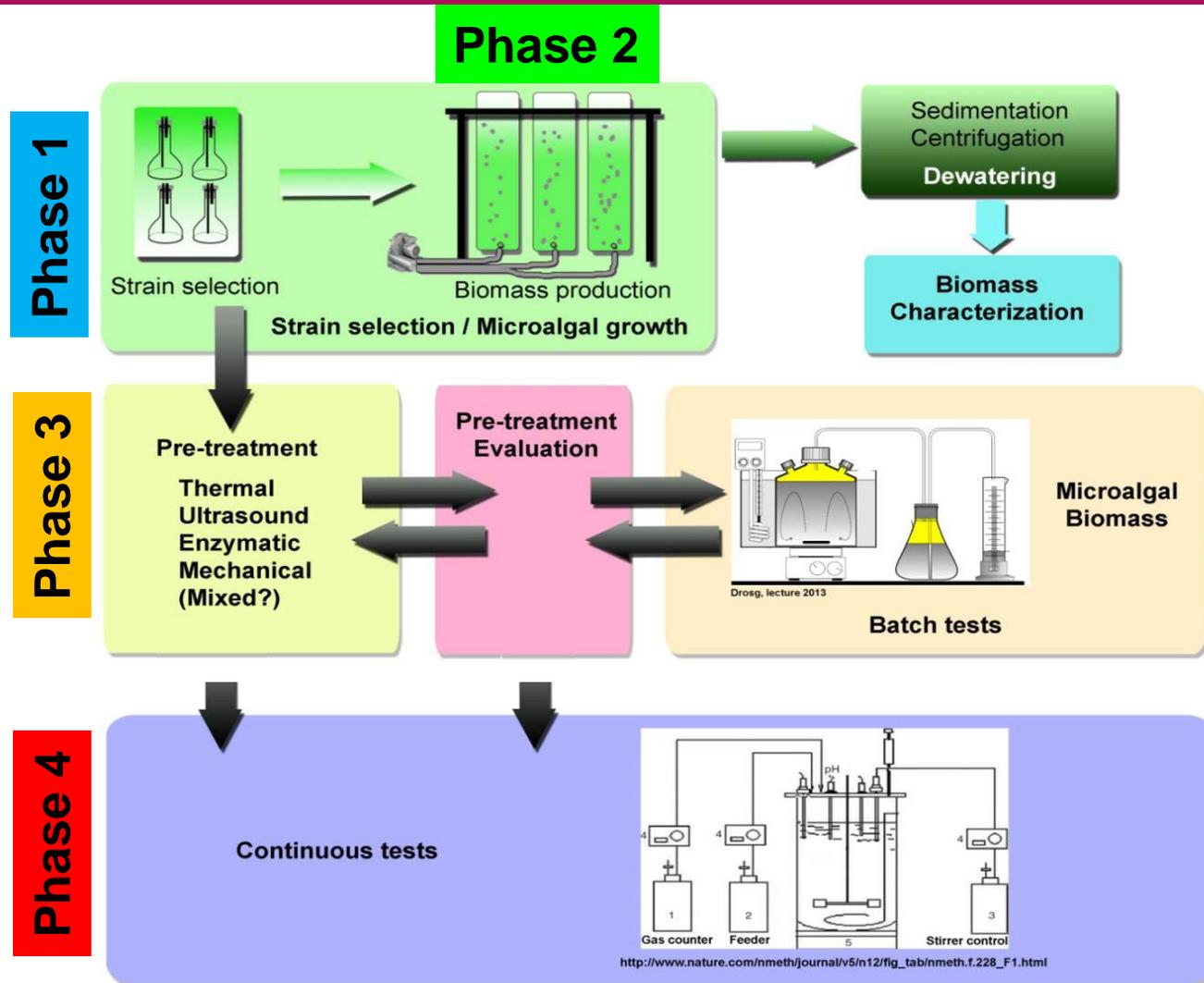


Elad Zohar



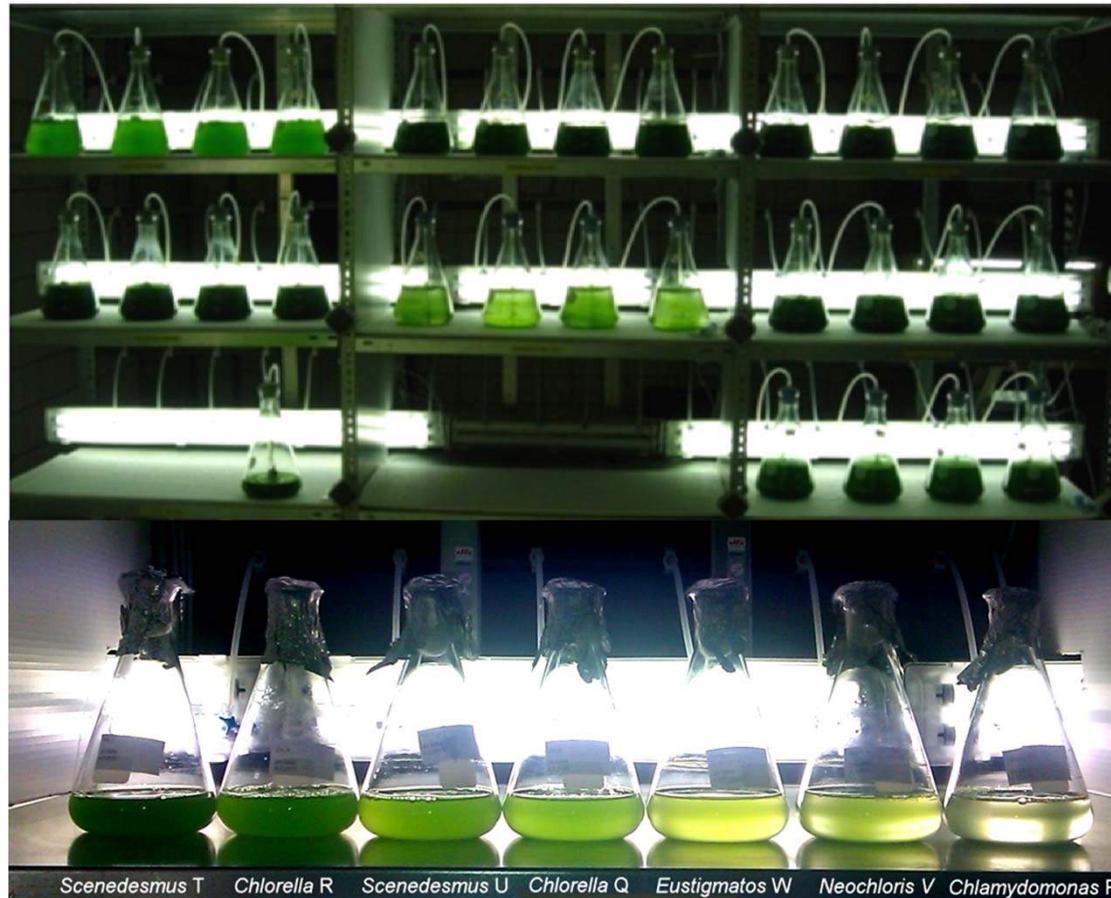


ALGAS – Übersicht über die Arbeiten im Projekt



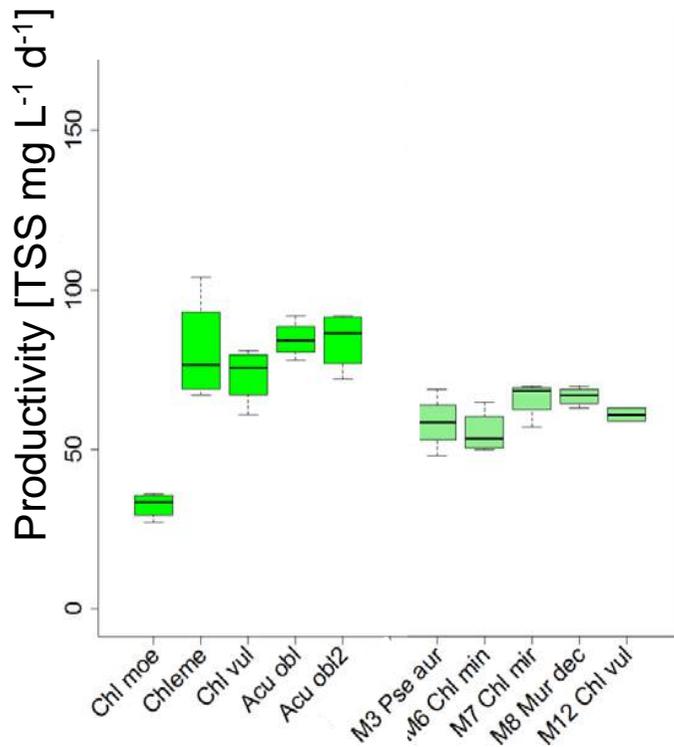


Phase 1: Stammselektion und Biomassecharakterisierung

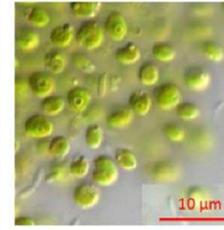




Phase 1: Stammselektion - Produktivitäten



***A. obliquus*
SAG 276-1**



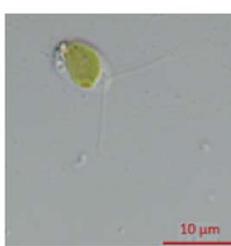
***C. vulgaris*
SAG 211-11b**



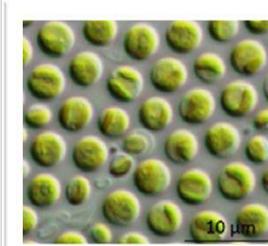
***A. obliquus*
SAG 276-10**



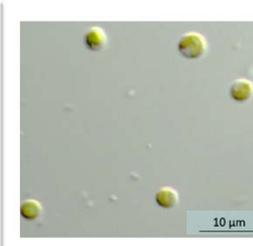
***C. emersonii*
SAG 2334**



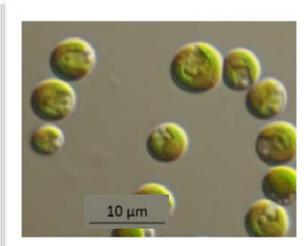
***Ch. moewusii*
SAG 11-16m**



***C. minutissima*
(Eigenisolat)**



***C. mirabilis*
(Eigenisolat)**



***Muriella decolor*
(Eigenisolat)**



Phase 2: Upscale der Algenproduktion



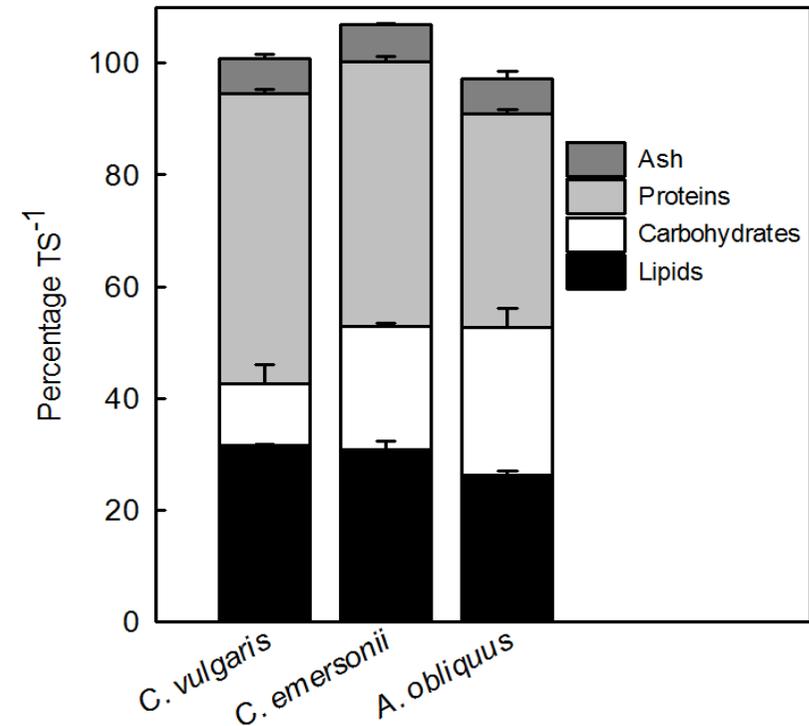
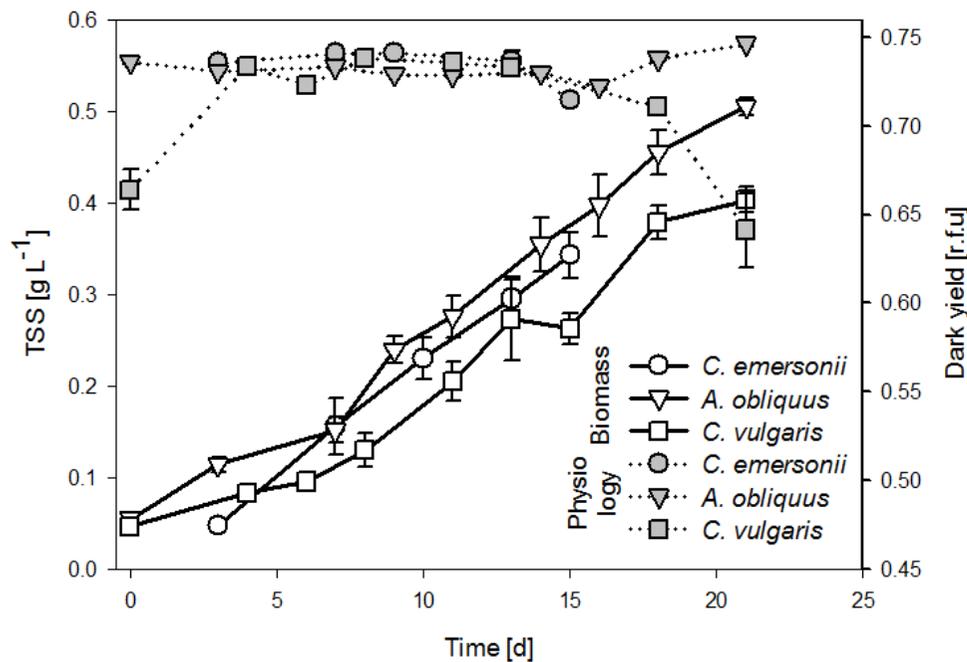
Sleevebag Photobioreaktoren
(Bioenergy2020+)



Raceway ponds
(Erber Future Business)



Phase 2: Upscale der Algenproduktion



A. obliquus erreichte höchste Zelldichten



Phase 3: Vorbehandlungsmethoden

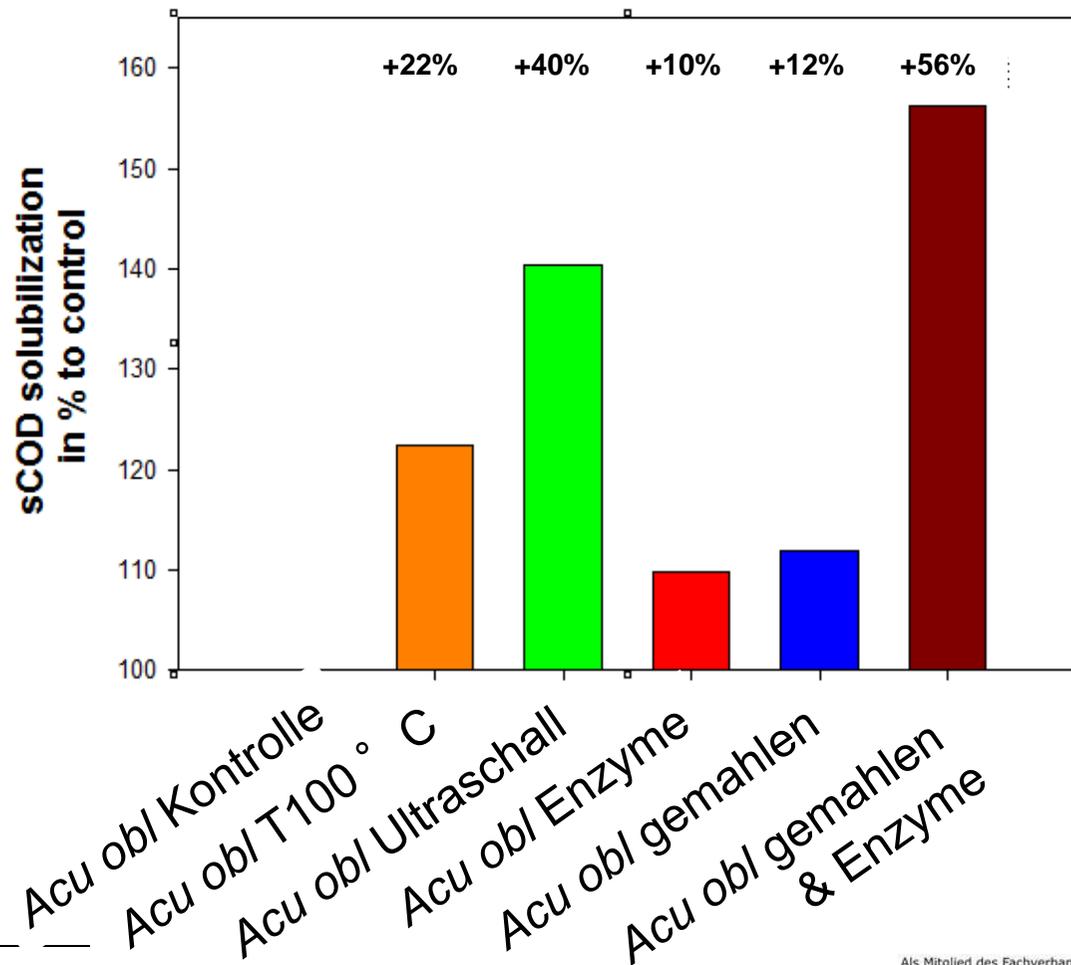
■ Vorbehandlungen

- Thermisch (100 ° C, 140° C, 160° C)
- Ultraschall (10.000; 20.000 J/s)
- Enzyme (10%, 1% TS)
- Mahlen
- Mahlen und Enzyme (10% TS)





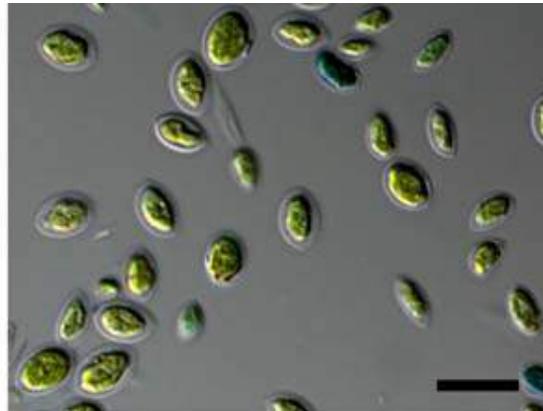
Evaluierung der Vorbehandlungen: gelöster Chemischer Sauerstoffbedarf (gCSB)



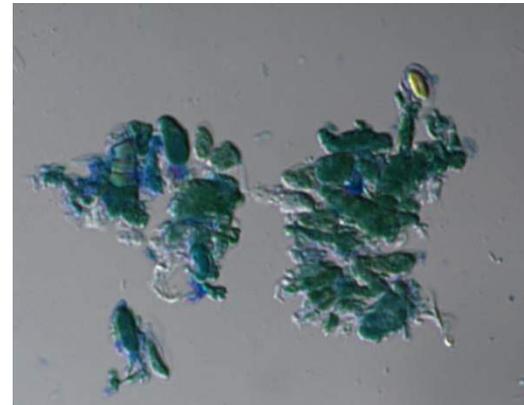
- Erhöhte gCSB Konzentrationen in vorbehandelter Algenbiomasse
- höhere CH₄ Ausbeute?



Evaluierung der Vorbehandlungen mit Löffler's Methylenblau



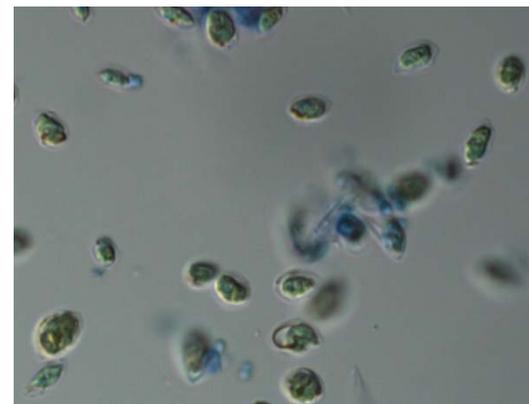
A. obliquus unbehandelt



A. obliquus ultrabeschallt



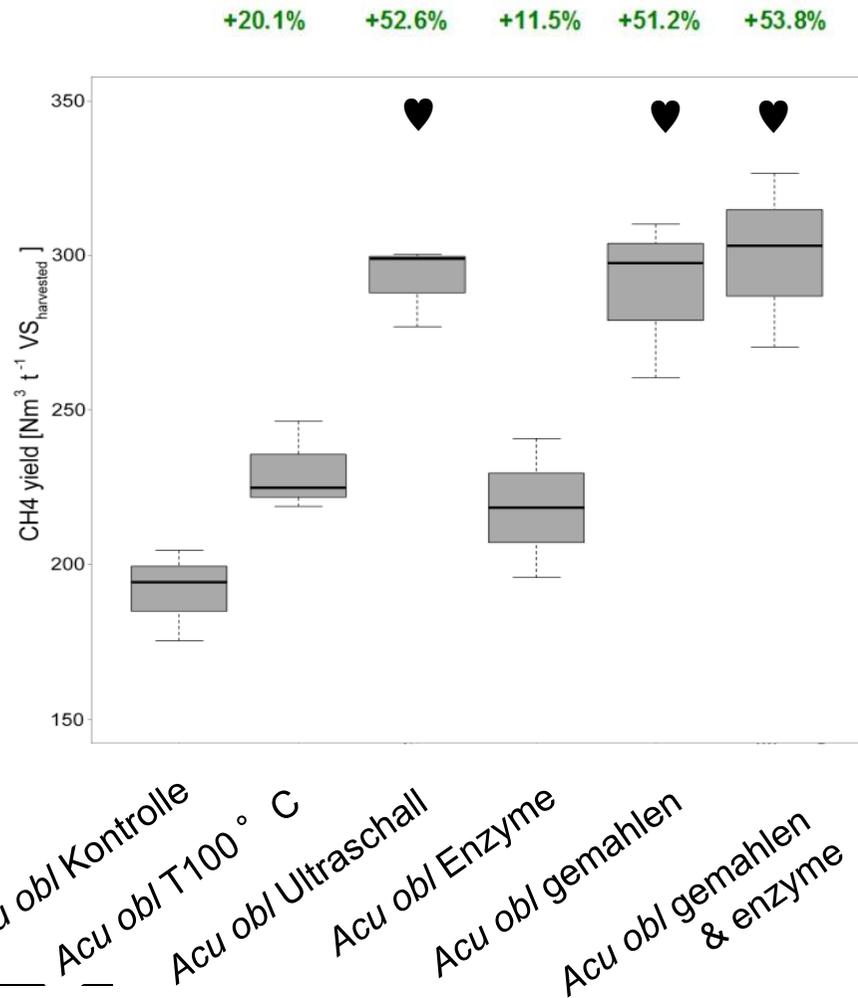
A. obliquus gemahlen



A. obliquus enzymatisch



Effekt der Vorbehandlungen auf die CH₄ Ausbeute von *A. obliquus*



■ CH₄ Ausbeuten pro organische Trockensubstanz (VS)

♥ Signifikant besser als Kontrollbiomasse (ANOVA, Tukey HSD, p-fitted < 0.05, n=3)

Werte mit gCSB und Methylenblau korrelierend

Ultrabeschallung war vielversprechend und wurde erfolgreich reproduziert



Publikation

Acutodesmus obliquus als *Benchmark* für die Selektion verschiedener Vorbehandlungen



Acutodesmus obliquus as a benchmark strain for evaluating methane production from microalgae: Influence of different storage and pretreatment methods on biogas yield

M.R. Gruber^{a,b,*}, J. Jerney^b, E. Zohar^c, M. Nussbaumer^{a,b}, C. Hieger^{b,d}, G. Bochmann^{a,b}, M. Schagerl^e, J.P. Obbard^f, W. Fuchs^{a,b}, B. Drosig^{a,b}

^a Department for Agrobiotechnology, IFA-Tulln – University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Konrad Lorenz Str. 20, A-3430 Tulln, Austria

^b BIOENERGY 2020 + GmbH, Inffeldgasse 21b, A-8010 Graz, Austria

^c Erber Future Business, Technopark 1, A-3430 Tulln, Austria

^d University of Applied Sciences Wiener Neustadt for Business and Engineering GesmbH Campus Tulln Konrad Lorenz Strasse 10 A-3430 Tulln, Austria

^e Department of Limnology and Bio-Oceanography, University of Vienna, Althanstr. 9, A-1090 Vienna, Austria

^f Environmental Science Centre, Qatar University, P.O. Box 2713, Doha, Qatar



Phase 4: Co-Vergärung von Mikroalgen mit Schweinegülle und Maissilage (Konti-Reaktoren)





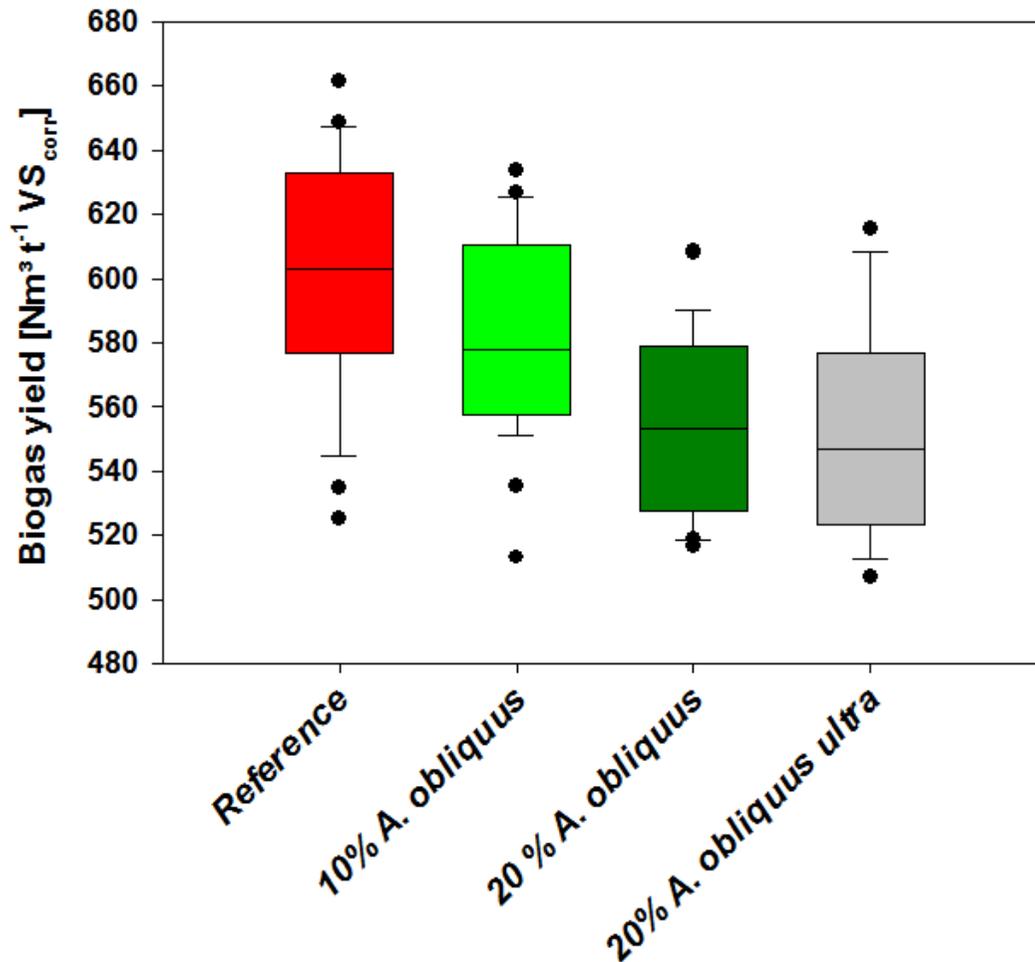
Phase 4: Co-Vergärung von Mikroalgen

- 8 Reaktoren
(Arbeitsvolumen: 8L, Laufzeit: 9 Monate)
 - 2 x Referenzreaktoren (Schweinegülle & Maissilage)
 - 2 x 10% *A. obliquus*
 - 2 x 20% *A. obliquus*
 - 2 x 20% *A. obliquus* ultraschallbehandelt
 - Wassergehalt wurde konstant gehalten!!
- Organische Raumbelastung (OLR) wurde Schritt für Schritt erhöht
 - 0,5 bis 5 g oTS L⁻¹ d⁻¹





Biogasausbeute (pro korrigierte oTS)



- Mikroalgen sind grundsätzlich vergärbar
- Geringfügig niedrigere Biogasausbeute bei Reaktoren mit Algen (im Vergleich zu Mais)
- Stabiler Prozess - keine Inhibierung
- Vorbehandlung zeigte keinen Einfluss (Einfrieren der Algen ist schon Vorbehandlung)



Messung der Auswirkung auf die Viskosität im Biogasreaktor



- Generell: Viskosität = der Widerstand zu fließen, die Dicke einer Flüssigkeit
- Jene Kräfte, die durch Deformation aufgrund von interner Reibung in Flüssigkeiten auftreten

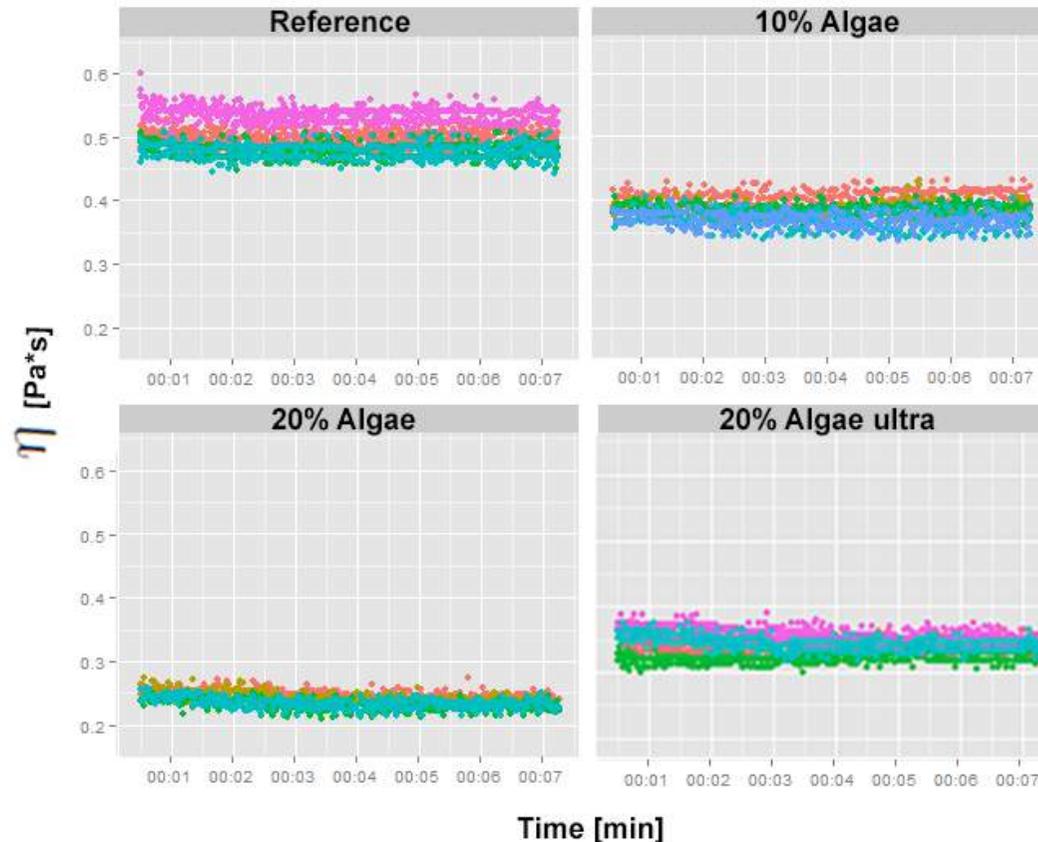
- Viskosität = Spannung über Schergeschwindigkeit

$$\eta = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}}$$

- Berechnung über die Couette Analogie (Ait-Kadi et al. 2002)



Viskosität bei konstanter Rotationsgeschwindigkeit



- Messungen bei 30 RPM
- Nur geringe zeitabhängige Unterschiede gemessen!

Fütterung von 20% Algen reduzierte die Viskosität um 50%



ALGAS - Schlussfolgerungen

- *A. obliquus* zeigte schnellen und robusten Biomasseaufbau
- Vorbehandlung von Mikroalgen:
 - BMP-Tests: Ultraschallbehandlung und mechanische Vorbehandlungen waren wiederholt am Besten! (Steigerung Methanausbeute +32-56%)
 - Kontinuierliche Reaktoren: Vorbehandlung (Ultraschallbehandlung) zeigte keine Steigerung - vermutlich ausreichend vorbehandelt durch Einfrieren
- Auswirkungen auf Biogasprozess (allgemein)
 - Viskosität: positive Auswirkungen - Reduktion der Viskosität um 50% bei 20%iger Algenfütterung
 - Methanausbeute: kein positiver Effekt bei Co-Vergärung von *A. obliquus* mit Maissilage und Schweinegülle



Kontakt Daten – Bioenergy2020+ GmbH

DI (FH) Andrea Sonnleitner

Gewerbepark Haag 3, 3250 Wieselburg-Land

andrea.sonnleitner@bioenergy2020.eu

Tel. 07416 52238-37

DI Dr Bernhard Drosig

Konrad Lorenz Str. 20, 3430 Tulln

bernhard.drosig@bioenergy2020.eu

Tel. 02272 66280-537