



Berner
Fachhochschule

Mikrobielle Strategie zur Erhöhung der Biogasausbeute bei der anaeroben Vergärung von Hofdünger

Simone Brethauer¹, Michael Studer^{1*}, H       Fruteau de Laclos²

¹ Berner Fachhochschule, HAFL

² Methaconsult

Gülle als grösste nachhaltig verfügbare 'Biomassequelle' für die Energiegewinnung

- ▶ 13.8 PJ/a *zusätzlich* nachhaltig *nutzbare* verholzte Biomasse in der Schweiz ¹
- ▶ **21 PJ/a** Gülle ²
 - ▶ Heute energetische Nutzung: 0.2 PJ/a

¹ O. Thees, V. Burg, M. Erni, G. Bowman, R. Lemm, Biomassepotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung, Schlussbericht SCCER Biosweet (2017).

² R. Steubing et al, "Bioenergy in Switzerland: Assessing the domestic sustainable biomass potential", Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2010).

Gülle Zusammensetzung und anaerobe Verdaubarkeit¹

- ▶ Trockensubstanz von Rindviehgülle : 8.5% w/w

Komponente	Rohe Zs.setzung [% of DM]	Abbau [%]*
Fette	8	28
Proteine	16	15
Cellulose	15	23
Hemicellulose	19	85
Lignin	8	0
Organisches Material	71	25

* 30 Tage, 35° C

¹ A. Wellinger et al, Biogas-Handbuch, Verlag Wirz Aarau, 1991

Massnahmen zur Erhöhung der Biogasausbeute aus Gülle und Lignocellulose

Behandlung	Ertragssteigerung [%]	Biomasse	Nachteile
Erhitzen (120-200°C)	20-50 ^{1, 2, 3}	Gülle	Hoher Energiebedarf
Alkalische Behandlung	40-170 ⁴	Gülle	Kosten für Chemikalien, Entsorgung
Xylanase	10 ³	Gülle	Kosten für isolierte Enzyme
Hemicellulose abbauendes Bakterium	30 ⁵	Gülle	Extra aerober Prozessschritt, Zucker Verluste
Aerober Pilz	17-400 ⁶⁻⁸	Organischer Abfall	Extra aerober Prozessschritt, Zucker Verluste
Aerobe Bedingungen	30 ⁸	Sisal Pulp	Extra aerober Prozessschritt, Zucker Verluste

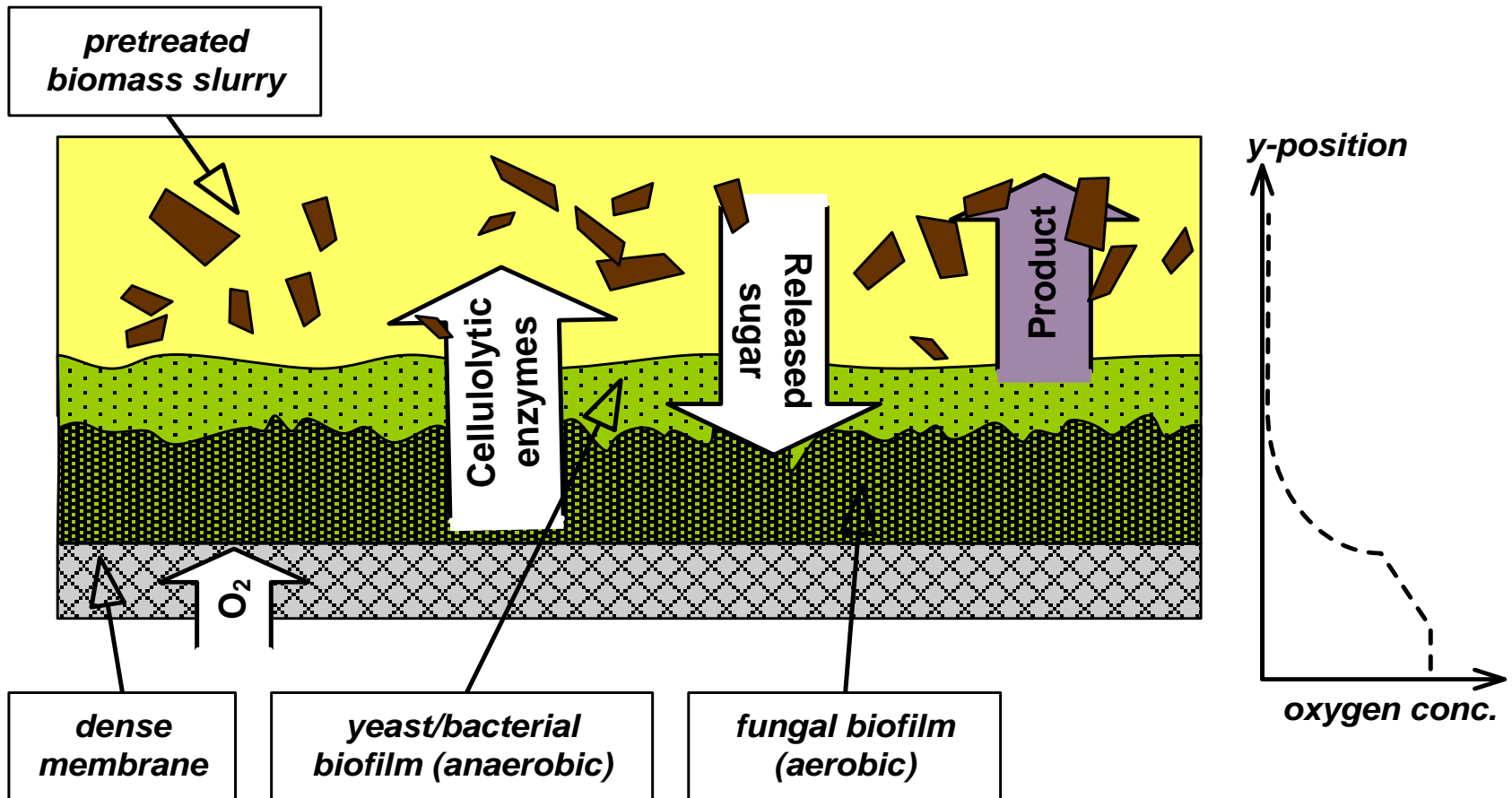
¹ Raju et al, Environmental Technology, 2013; ² Warthmann et al, SFOE, 2012; ³ Treichler et al, SFOE, 2016;

⁴ Jurado et al, Applied Energy, 2013; ⁵ Angelidaki et al, Water Science and Technology, 2000;

⁶ Muller et al, Applied Microbiology and Biotechnology, 1986; ⁷ Schober et al, Water Research 2000;

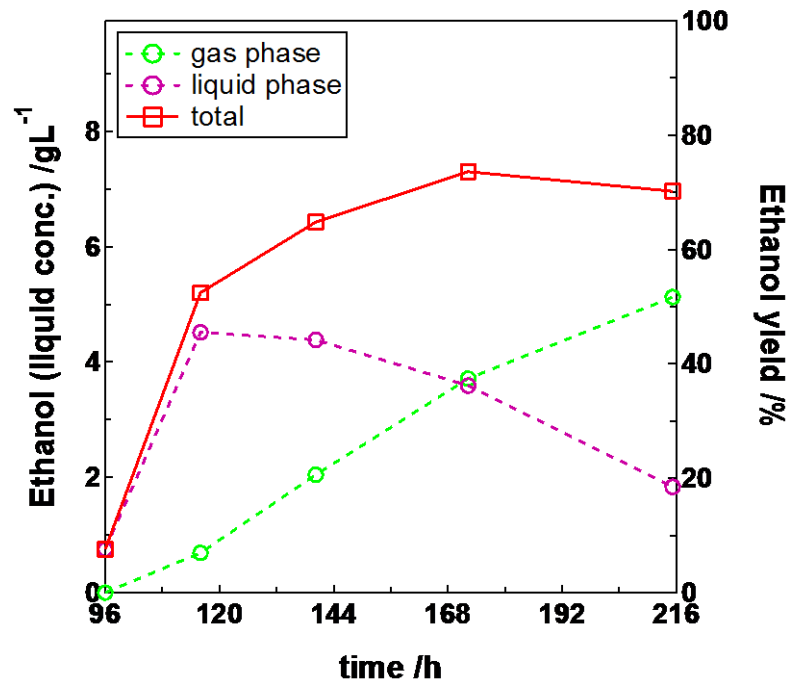
⁸ Wagner et al, Journal of Environmental Management, 2013; ⁹ Mshandete et al, Water Research, 2005

Multispecies Biofilm Membran Prozess für die direkte Fermentation von Cellulose zum Produkt

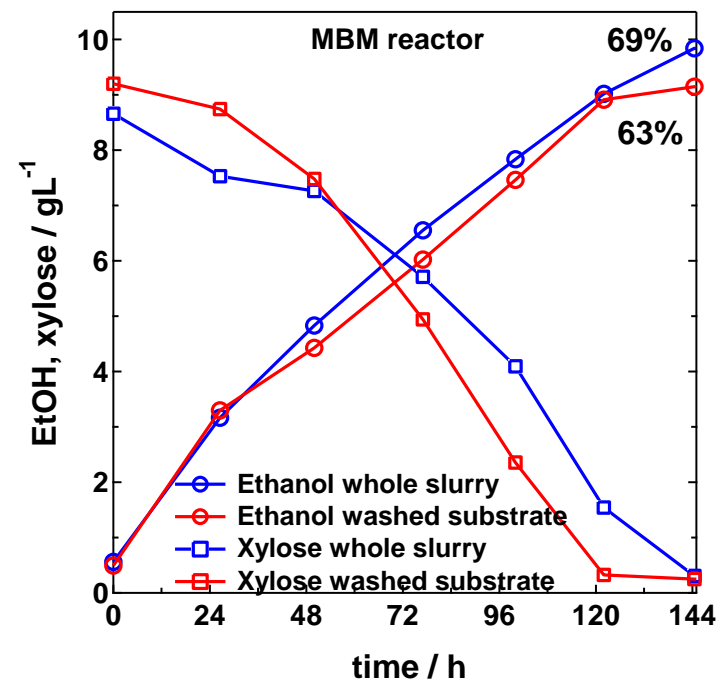


Produktion von Cellulose-Ethanol mit dem MBM-Prozess¹

Cellulose



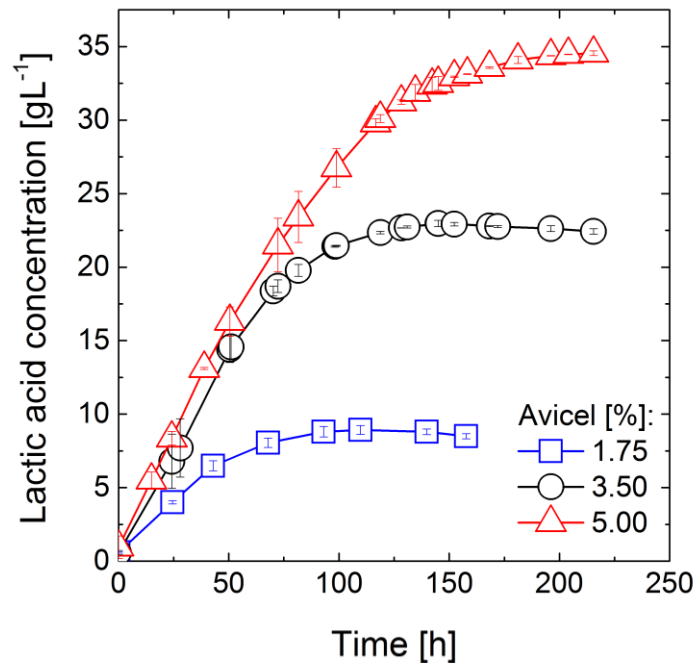
Vorbehandeltes Weizenstroh



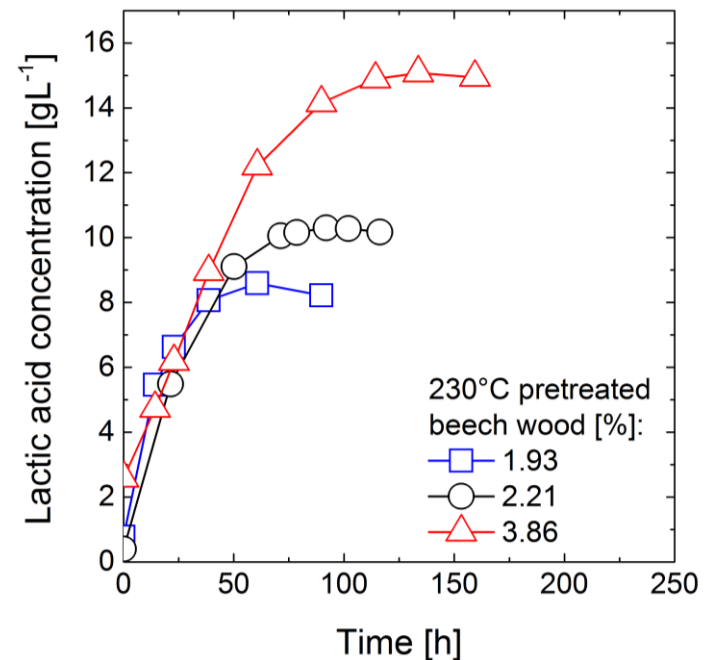
¹ Brethauer et al, Energy and Environmental Sciences, 2014

Produktion von Milchsäure mit dem MBM-Prozess¹

Cellulose



Vorbehandeltes Buchenholz

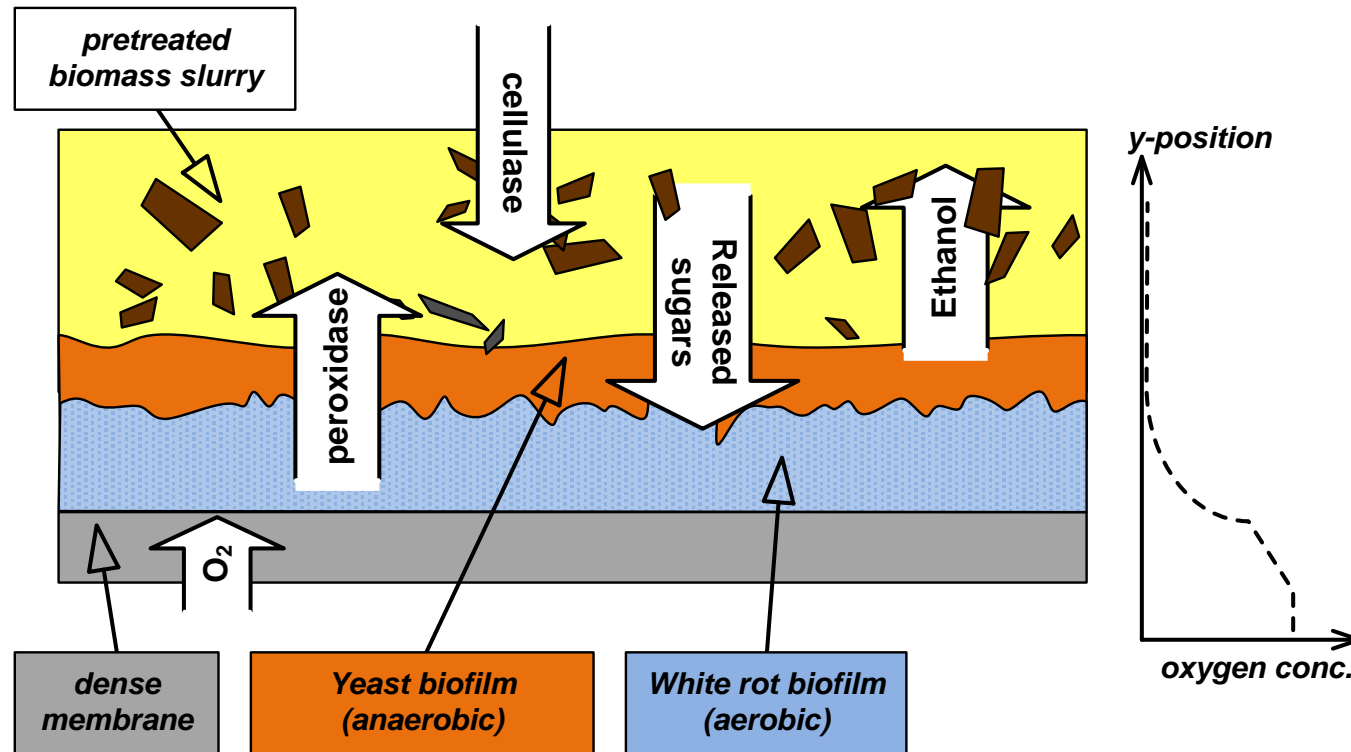


¹ Shahab et al., Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals, San Francisco, 2017



In situ Pilz-Delignifizierung im Biofilmreaktor

Simultaneous saccharification and fermentation (SSF)



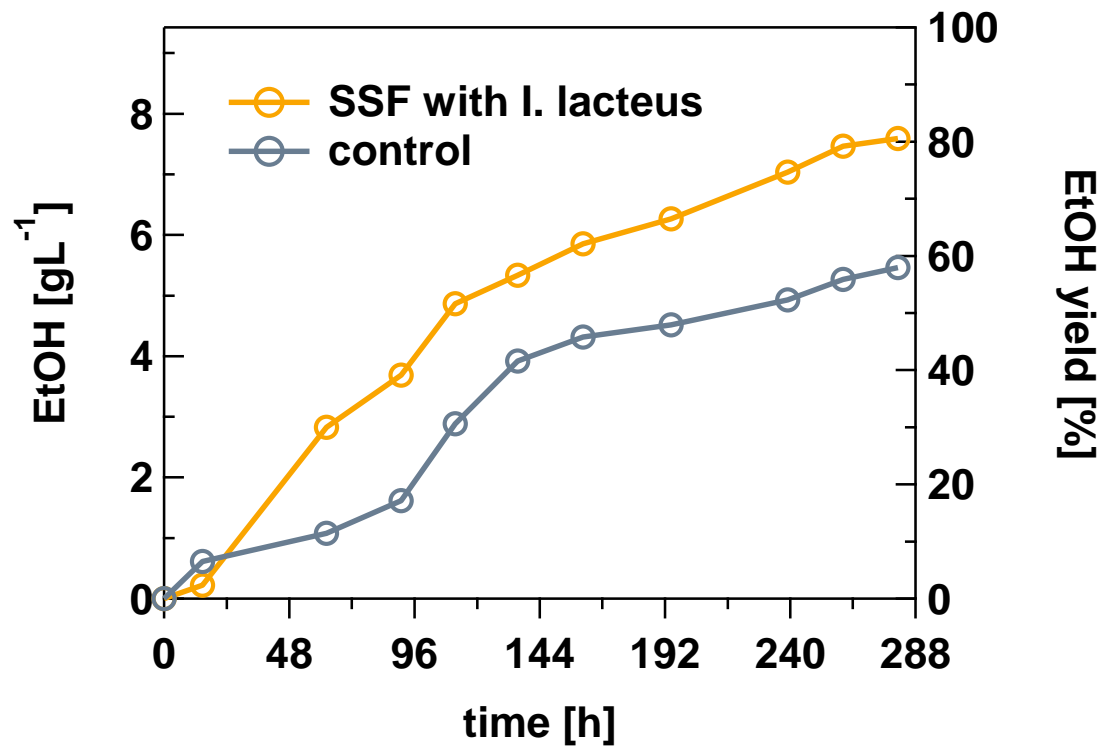
¹ Brethauer et al, Bioresource Technology, 2017



Resource Wood
National Research Programme NRP 66

SSF mit *in situ* *I. lacteus* Behandlung

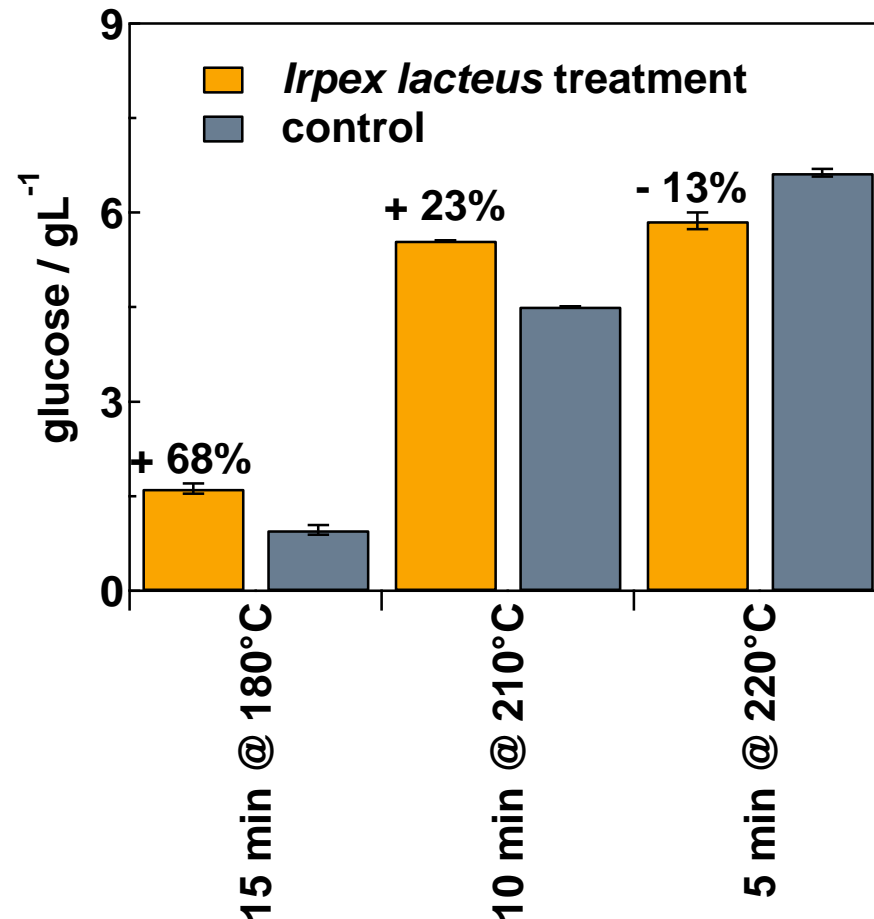
Hydrothermal vorbehandeltes Buchenholz (220° C)



¹ Brethauer et al, Bioresource Technology, 2017

Wachstum von *Irpex lacteus* auf vorbehandelter Buche – Einfluss der Vorbehandlungsbedingungen

Enzymatische Hydrolyse NACH hydrothermalen und fungaler Vorbehandlung



¹ Brethauer et al, Bioresource Technology, 2017

Slide contains confidential information

Vorteile der Biogasproduktion im MBM-System

- ▶ *In situ* Produktion von Enzymen
 - ▶ Enzyme unterstützen die Hydrolyse/Spaltung der Biopolymere
 - ▶ Keine zusätzlichen aeroben Prozessschritte
 - ▶ Verminderter Verlust von Substrat
 - ▶ Enzyme sind Substrat spezifisch
 - ▶ Aktive Enzyme werden konstant sekretiert
- ▶ Zell Immobilisierung
 - ▶ Schutz vor schädlichem Umwelteinfluss
 - ▶ Ermöglicht hohe Zelldichten

Herausforderungen im Projekt

- ▶ pH
 - ▶ Mehrheit der fungalen Enzymsysteme haben Optimum im sauren Bereich
 - ▶ Einstufige Biogasproduktion neutral bis leicht basisch
- ▶ Temperatur
 - ▶ Pilze wachsen mehrheitlich $< 28^{\circ} \text{ C}$
 - ▶ Biogasproduktion meist bei 37° C
- ▶ Nicht sterile Bedingungen
 - ▶ Etablierung der zusätzlichen Pilze im Biogasreaktor

Projektplan

- ▶ WP1:Reaktor set-up
- ▶ WP2: Fungi screening
- ▶ WP3: Biogasproduktion mit *in-situ* aerober Behandlung

Slide contains confidential information

Zusammenfassung

- ▶ Ziel: Biogasausbeute aus Rindergülle stark erhöhen
- ▶ *In-situ* Enzymproduktion in anaerobem Fermenter
 - ▶ Verminderter Verlust durch aerobe Pilze
 - ▶ Substrat spezifische Enzyme



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie



biosweet

Biomass for Swiss Energy Future
Swiss Competence Center for Energy Research