



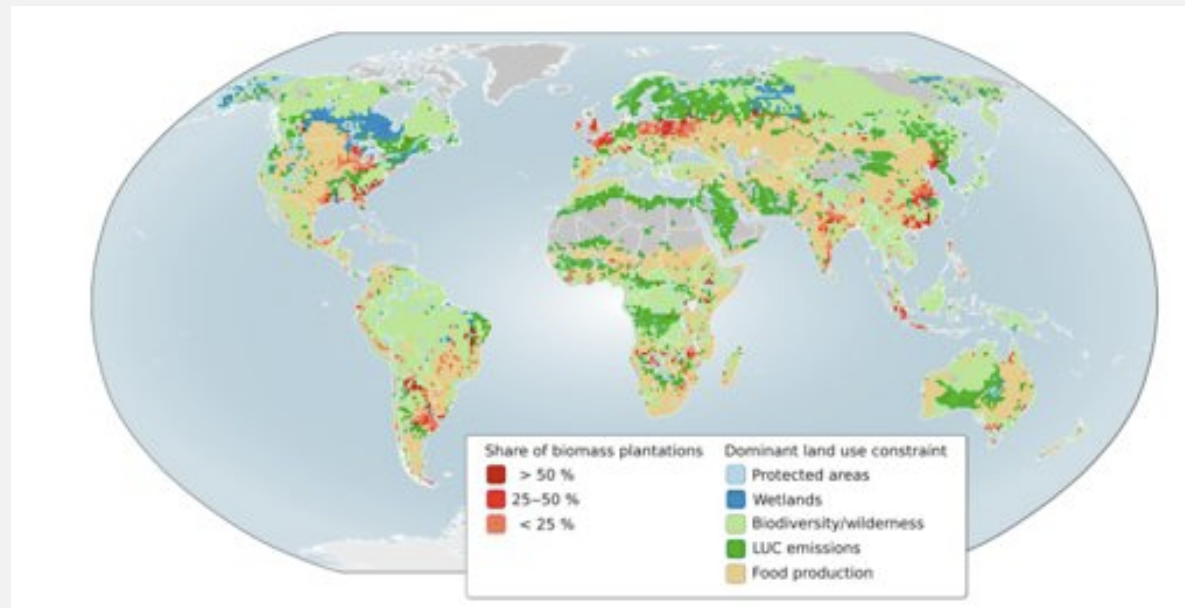
JACOBS  
UNIVERSITY

# Industrielle Produktion und Nutzung von Mikroalgen

Laurenz Thomsen, Jacobs University Bremen

June 27, 2011

# Produktionspotential für Bioenergie



**In 2050 könnte Bioenergie zwischen 15% und 25% des globalen Energiebedarfs decken.**

- ⇒... Wenn die aktuelle Transformation in landwirtschaftliche Fläche und die globale Bewässerungskapazität verdoppelt werden kann!
- ⇒... Aber bereits heute ist die Landnutzung der Menschheit der wichtigster Verursacher von Umweltzerstörung, Verlust an Biodiversität und Frischwasserverbrauch!

# Chancen und Risiken

Bioenergie ist unter den erneuerbaren Energieträgern der Alleskönner:

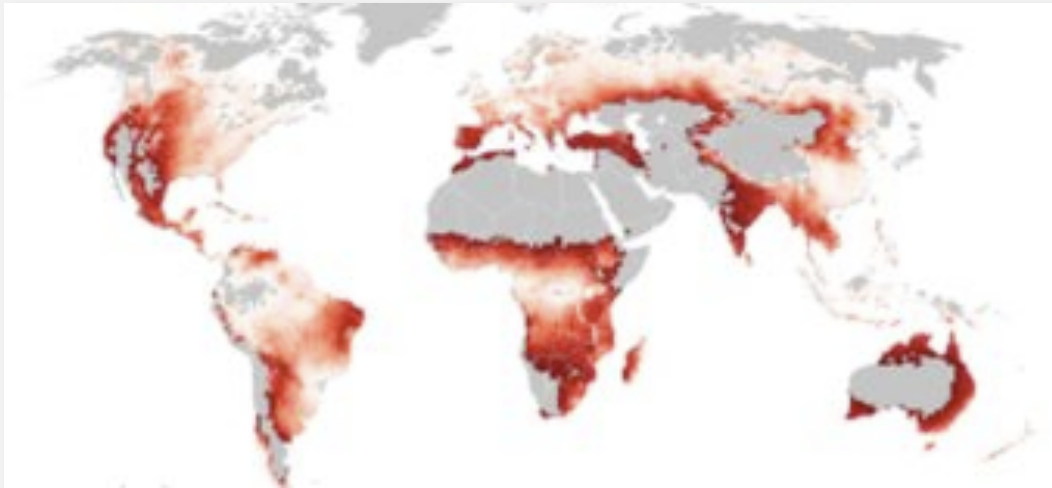
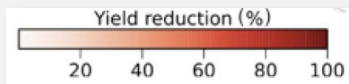
Sowohl Strom, Wärme, Treibstoffe als auch Tierfutter und Basis-Chemikalien können aus Biomasse gewonnen werden.

Biomasse ist rund um die Uhr verfügbar und flexibel einsetzbar.

Doch wo sollen Energiepflanzen zukünftig angebaut werden??



# Bioenergie aus Algen



## Mikroalgen...

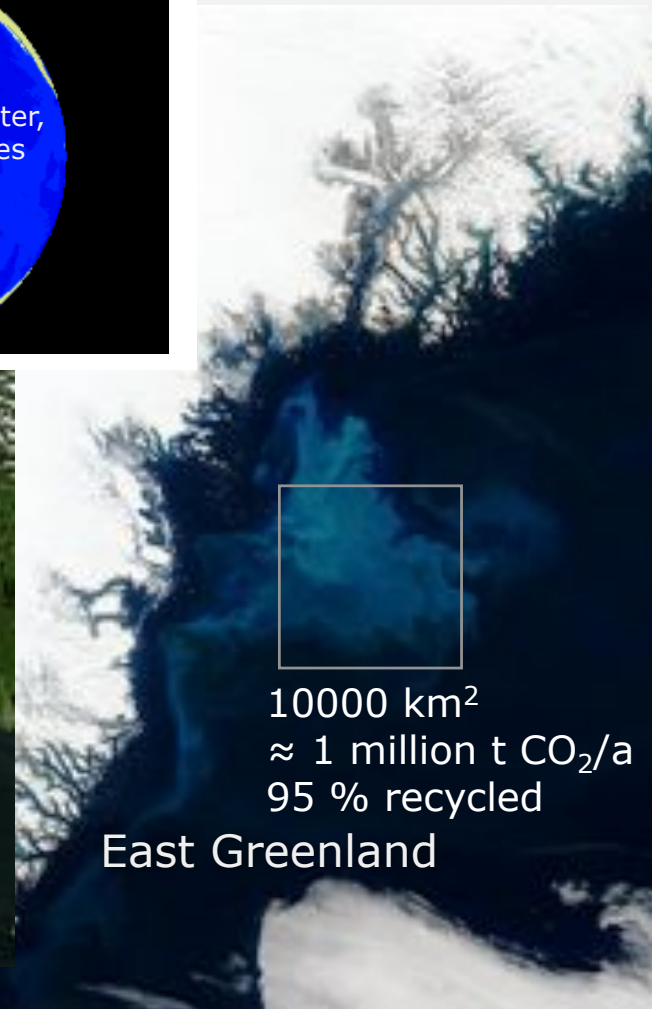
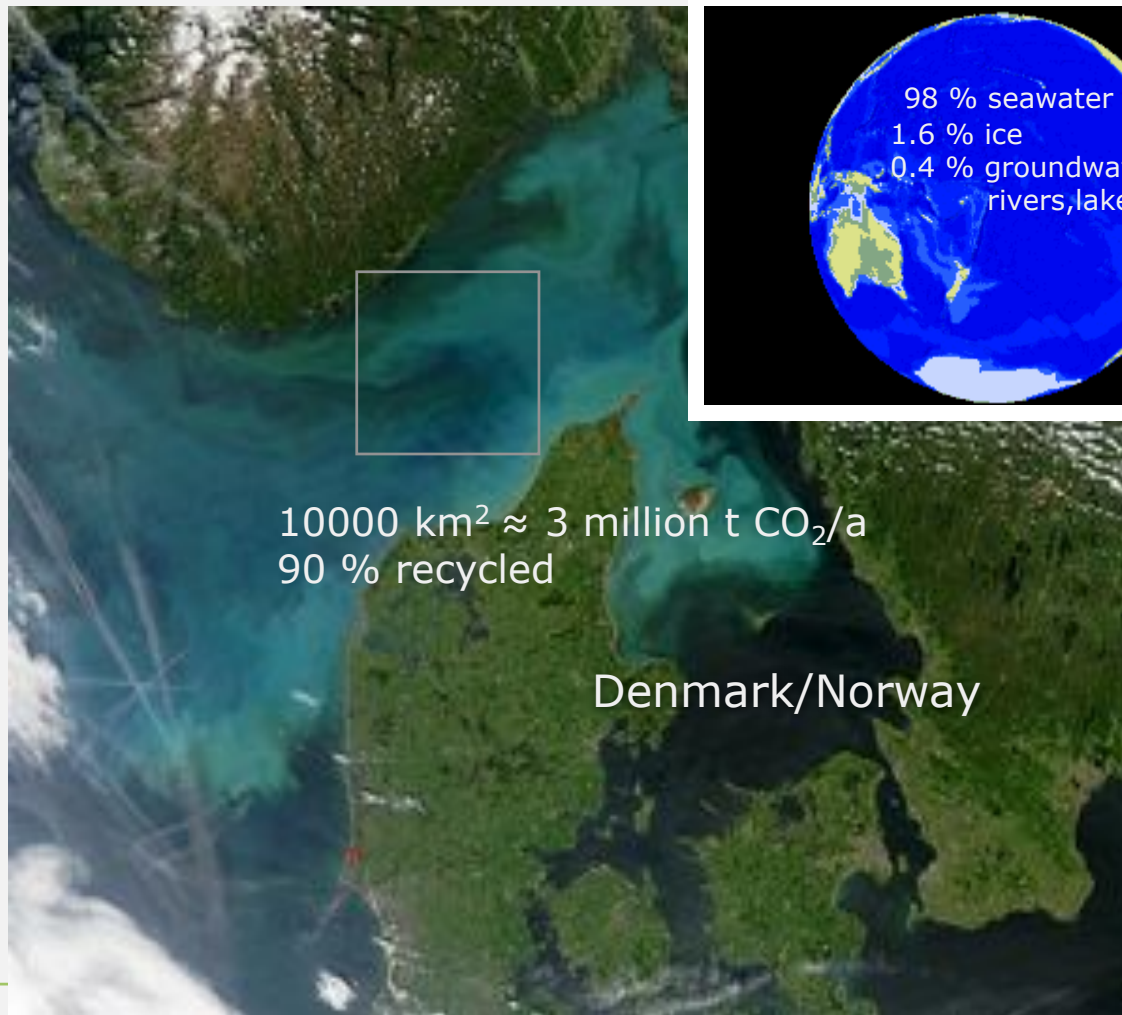
⇒... benötigen keine landwirtschaftlichen Flächen und kein Süßwasser für deren Kultivierung

⇒... wachsen deutlich schneller als Landpflanzen

⇒... können CO<sub>2</sub> aus Rauchgasen für ihr Wachstum nutzen

⇒... Algen können überall dort an Küsten mit Meerwasser produziert werden, wo aufgrund des Klimawechsels keine Landwirtschaft mehr möglich ist (rote Flächen). Zusätzlich gibt es Szenarien, die Küste Nordwestafrikas (Mauretanien) für die Algenproduktion zu nutzen, ebenso andere aride Küstengebiete. Des weiteren strebt die EU an Offshore-Algenparks zu installieren.

# Wo Algen wachsen

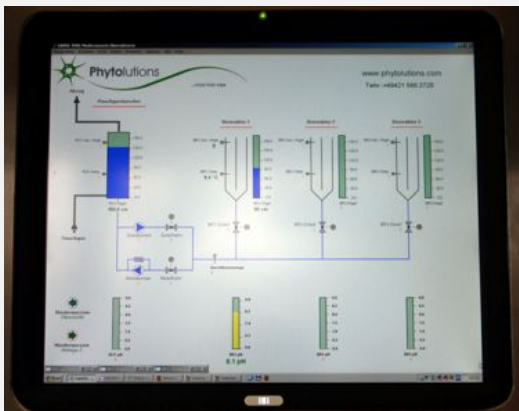


# Systementwicklung

## Produktionssysteme von Phytolutions

Phytolutions hat extrem günstige und effiziente Produktionssysteme entwickelt

- Photobioreaktor aus speziellen Folien
  - Aufbau ohne Gewächshaus möglich
  - Energieeffiziente Belüftung
  - Nutzung von Abwärmekonzepten
- Automatisierte Prozess-Steuerung mit Fernwartung
- Energieeffizientes Erntesystem



phytocontrol



phytobag

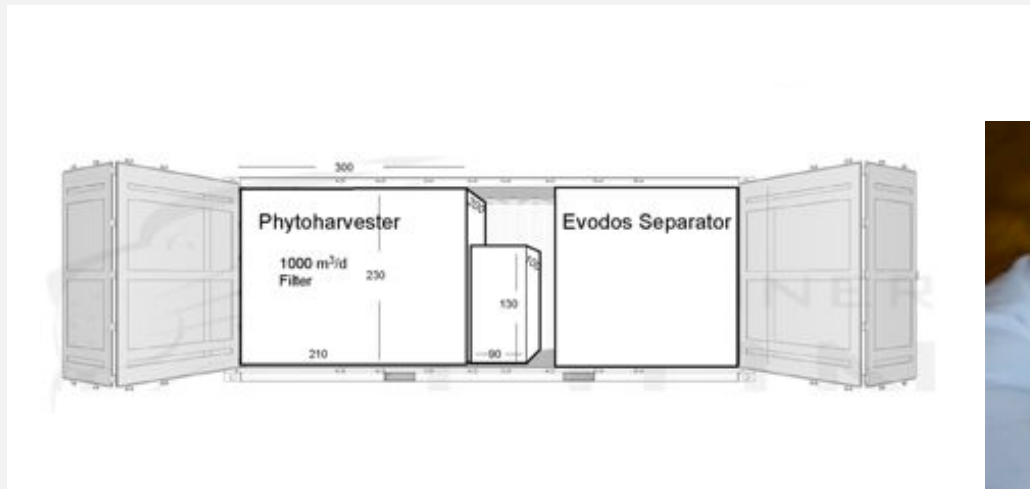


phytoharvester



Am RWE Standort Niederaussem erfolgt die Umstellung von V-Reaktoren auf Phytobags (links), die Kühlwasser des Kraftwerks zur Temperierung nutzen

## Das phytobag System erfordert geringe Investitionen und geringen Energiebedarf für die Downstream-Prozesse

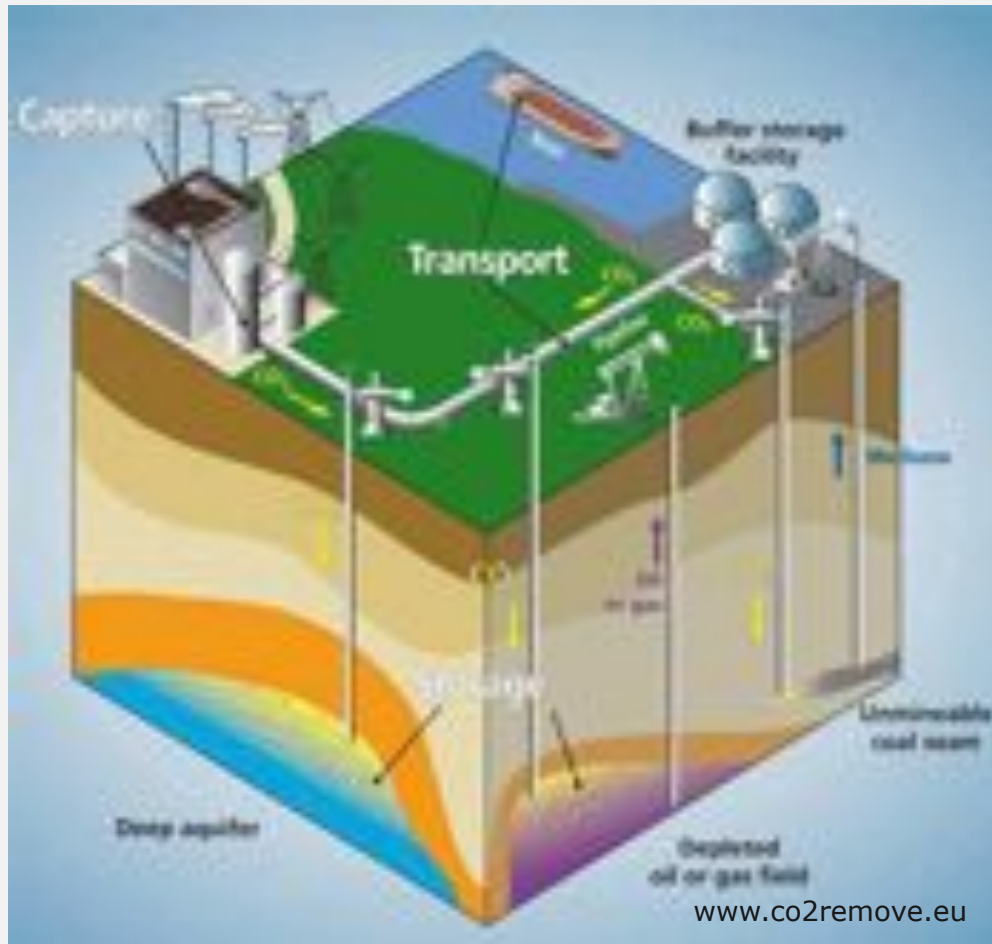


Feed flow [dw]	Open pond		<b>Phytobag</b>		Phytoharvester tank containing 5 m <sup>3</sup> seawater. Output concentration of 2 % dw = 100 kg biomass (dw)
0.01 % (0.1g/l)	<b>0.03 % (0.3g/l)</b>	0.1 % (1g/l)	<b>0.3 % (3g/l)</b>	0.5 % (5g/l)	Feed flow ≈ 42 m <sup>3</sup> /h (1000 m <sup>3</sup> /day)
24 h	≈ <b>8 h</b>	≈ 2.5 h	<b>0.8 h</b>	0.5 h	Time [h] to reach 2 % (20 g/l)
100	<b>290</b>	870	<b>2300</b>	3200	Total harvest kg dw/day *
33	<b>95</b>	285	<b>750</b>	1000	Total harvest tons dw/year **
3000 kWh	<b>1034 kWh</b>	345 kWh	<b>130 kWh</b>	94 kWh	Energy consumption (0.3 kWh/m <sup>3</sup> ) to harvest 1000 kg

- \* assuming 15 minutes of pumping time per cycle
- \*\* assuming uptime of 90 %



# Carbon Capture and Storage

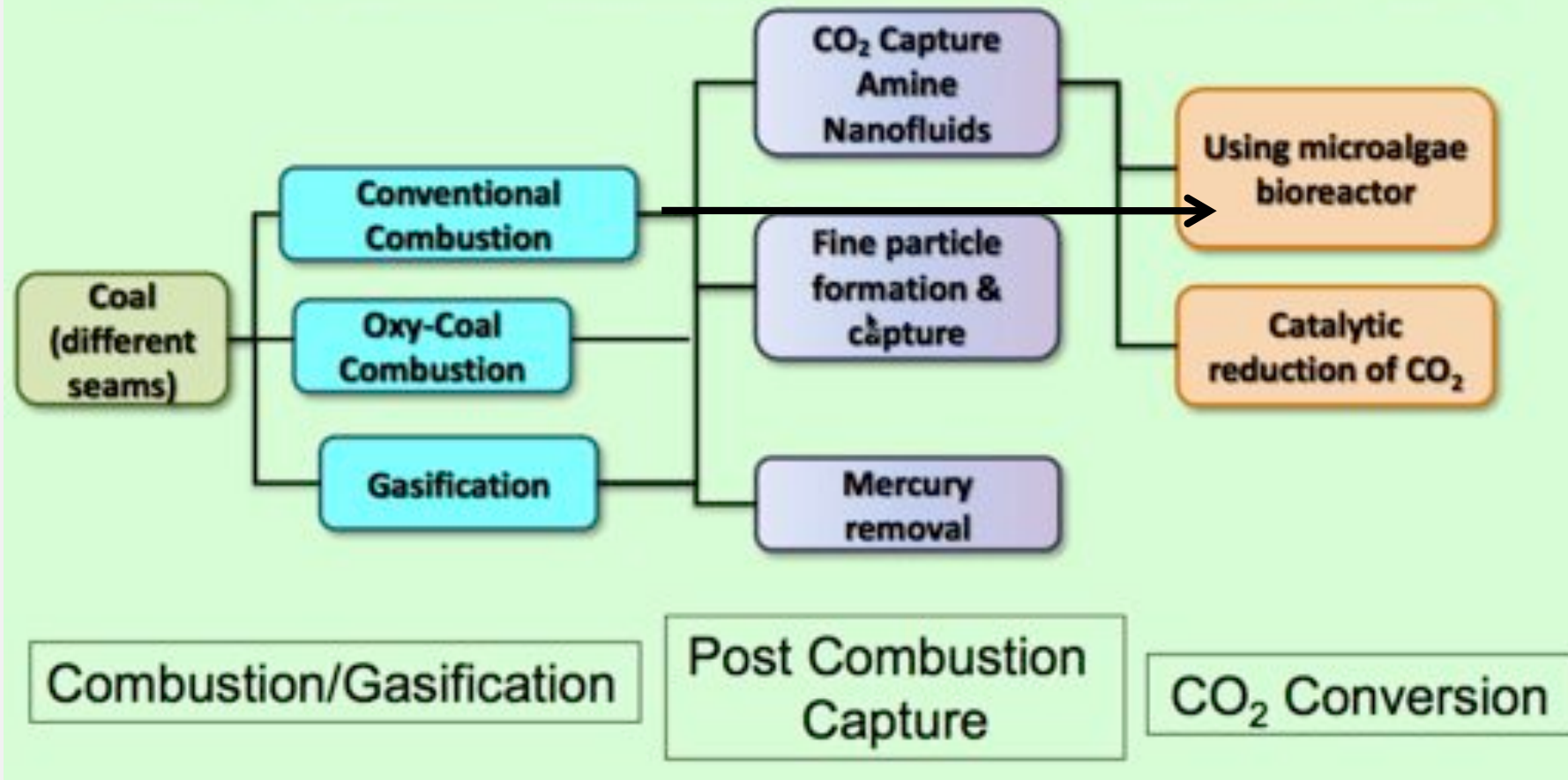


CCS is a necessity to obtain balance between the world's energy requirements and mitigation of the rising CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere.

If today's technology was applied to existing coalplants, the cost of electricity would increase 75-85%.

# Carbon Capture and Conversion

*Impact of different modalities on downstream capture systems*



# Globale Energieprojekte

## Companies Using Algae-based CO<sub>2</sub> Capture



As of Nov 2010, there are 10 key companies working on algae-based CO<sub>2</sub> capture.

Die Bremen-Gruppe ist bereits an zwei Standorten aktiv

# Produktionsstandorte



1.8 GW  
 Kohlekraftwerk RWE  
 600 m<sup>2</sup> / 1600 m<sup>2</sup>  
 Bioreaktor

5 MW Müllverbrennung  
 1000 m<sup>2</sup> Bioreaktor



Industrie  
 500 m<sup>2</sup> Bioreaktor

Heizwerk (Öl)  
 600 m<sup>2</sup> Dachreaktor



# Projekt Blumenthal



500 m<sup>2</sup> Bioreaktor

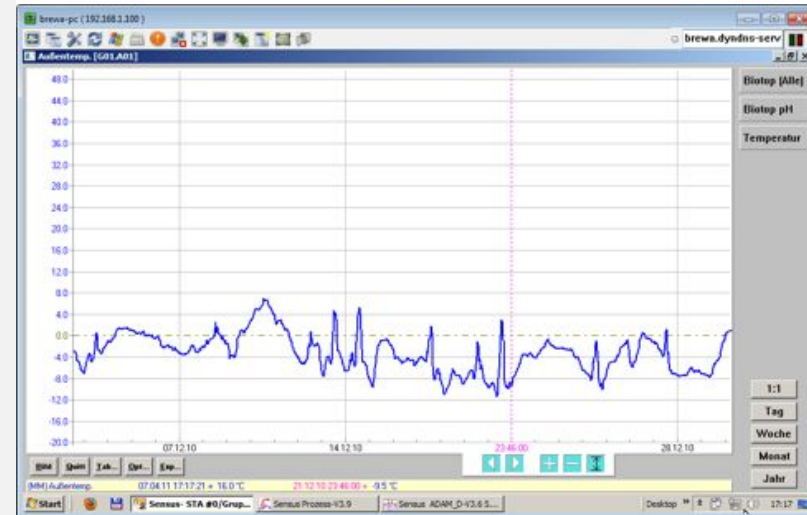
Inbetriebnahme:  
23.06. 2010 Vulkan-Gelände,  
Bremen

Ziel:  
Aufbau einer „grünen Industrie“  
nach Zusammenbruch der  
lokalen Schiffs- und Wollindustrie

Rauchgase aus der  
Müllverbrennung  
Abwärmekonzepte  
Optimierung der gesamten  
Prozesskette – von der  
Algenproduktion bis zum  
Endprodukt  
Stoffflüsse Makro- und  
Mikroalgen

Projektpartner:  
Jacobs-University, Bremen,  
Brewa WTE GmbH

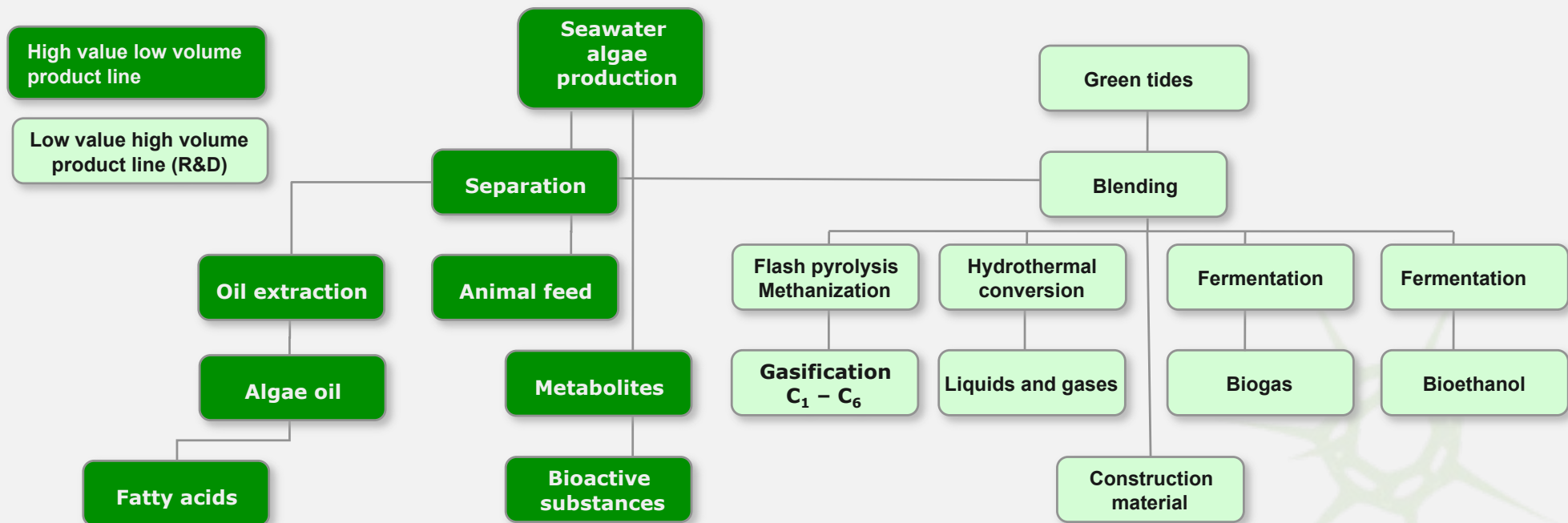
# Winterproduktion



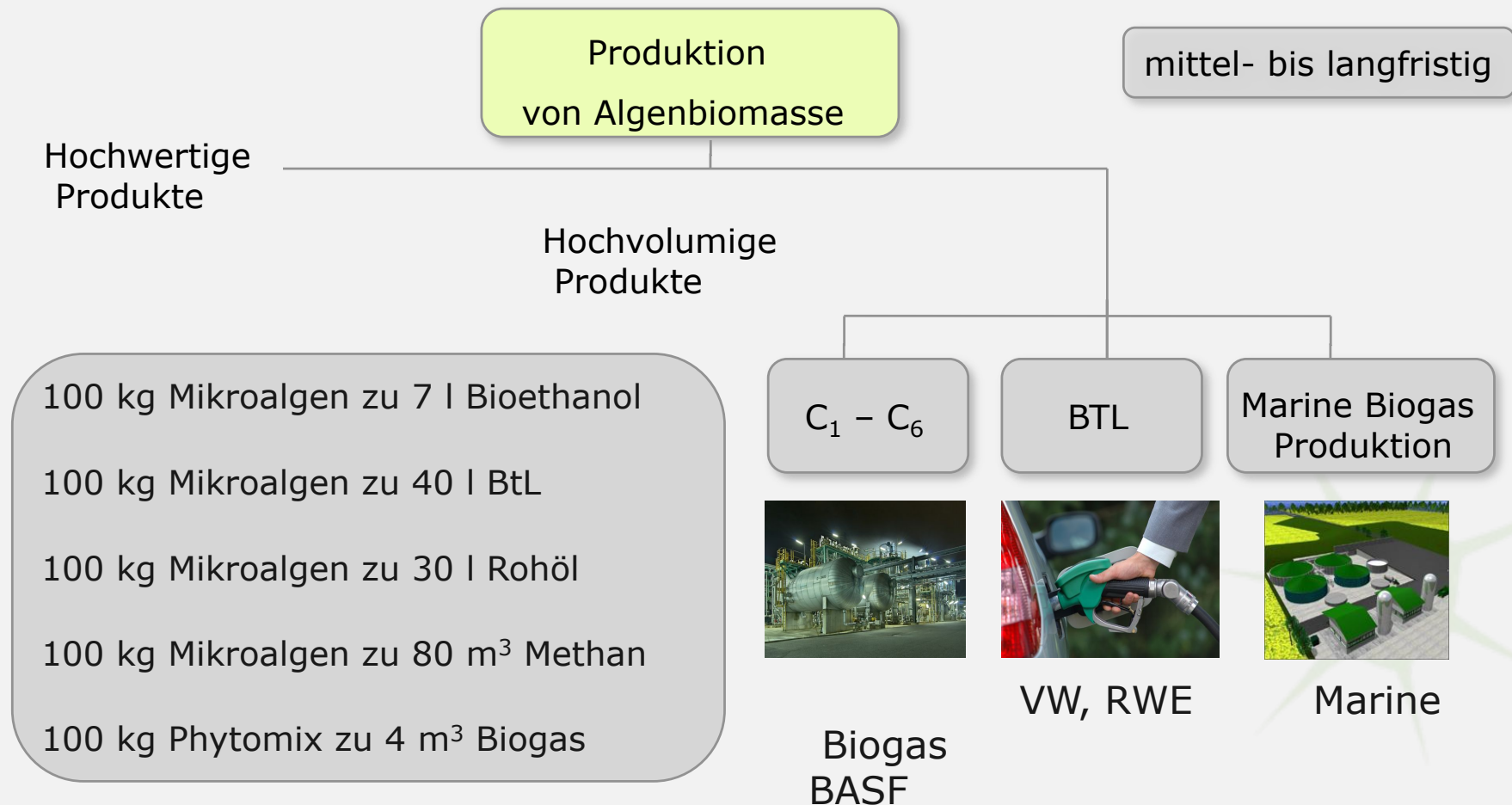
Temperaturverlauf in den Phytobags am Außenproduktionsstandort Bremen-Nord im Dezember 2010 bei Außentemperaturen bis minus 12 °C.

# Produktionslinie

Phytolutions und Jacobs University sind in den folgenden Downstream-Prozessen aktiv.



# Algenprodukte





# Geschäftsmodell für Oberlausitz

- ▶ 1. Aufbau einer “grünen Industrie “ um bestehende Industrie- und Kraftwerksanlagen
- ▶ 2. Produktion von Treibstoffen und Plattformchemikalien aus Rauchgasen
- ▶ 3. Ggf Produktion von hochwertigen Ölen aus abgetrenntem CO<sub>2</sub>
- ▶ Investorensuche
- ▶ Planung für 1 ha Produktionsanlage
  - Aufbau von 1000 m<sup>2</sup> Produktionsstätte zur Anpassung und Optimierung inkl. Training von Personal vor Ort
  - Garantierte Abnahme der Algenbiomasse (1.5 - 4 €/kg) und gemeinsame Suche nach Abnehmern für höherwertige Produkte (10 – 50 €/kg)
  - Erweiterung auf 1 ha mit 60 – 80 t Produktion/Jahr.

Bau weiterer 1 ha großer Produktionsstätten: bei Bedarf garantierte Abnahme der Biomasse

Fazit: seit 2004 Erfahrung mit Kraftwerken, von Kleinanlagen (1000 l) auf funktionstüchtige Technikumsgröße (100 000 l), Lessons learned, klare Vermarktungskonzepte, gute Kontakte zur Energiebranche und zur EU (3 laufende FP7 Projekte), geringe Investitionskosten, im Freiland stehend. Bei weiteren Fragen wenden Sie sich bitte an:

Stefan Rill: 0421 566 27211, "Dr. Stefan Rill" <s.rill@phytolutions.com>