
Symbiotische Abwasserreinigung mit Algen-Bakterien-Aktivschlamm

Prof. Uwe Neis

TU Hamburg-Harburg (TUHH)
Institut für Abwasserwirtschaft und Gewässerschutz

Energie und Rohstoffe aus Algen

Der erste Bundes-Algen-Stammtisch tagte im Januar in Hamburg



Zum ersten Mal fand sich am 17. und 18. Januar in Hamburg ein Bundes-Algen-Stammtisch zusammen, zu dem Eon Hanse, der Hamburger Senat und das Bundesforschungsministerium eingeladen hatten. Neben Forschern waren Anlagenbauer, Verfahrenstechniker sowie Experten aus der chemischen und auch Automobilindustrie vertreten.

■ Bernhard Quirbach



Im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit: Ein Algenreaktor, der zu Demonstrationszwecken von einem Mini-Kraftwerk (links auf dem Tisch) gespeist wurde.

Photobioreaktoren



Mikroalgenproduktion im geschlossenen Glasrohrsystem



Gewächshausfläche
Photoaktives Volumen
Teilanlagen
Länge Glasröhren
Personal

12.000 m²
600 m³
20
500 km
ca. 15



Unsere Chlorella - Produkte



www.algomed.de

**QUALITÄTS-
ALGEN
AUS DER
ALTMARK!**



Available online at www.sciencedirect.com



Biotechnology Advances 25 (2007) 294–306

**BIOTECHNOLOGY
ADVANCES**

www.elsevier.com/locate/biotechadv

Research review paper
Biodiesel from microalgae

Yusuf Chisti *

Institute of Technology and Engineering, Massey University, Private Bag 11 222, Palmerston North, New Zealand

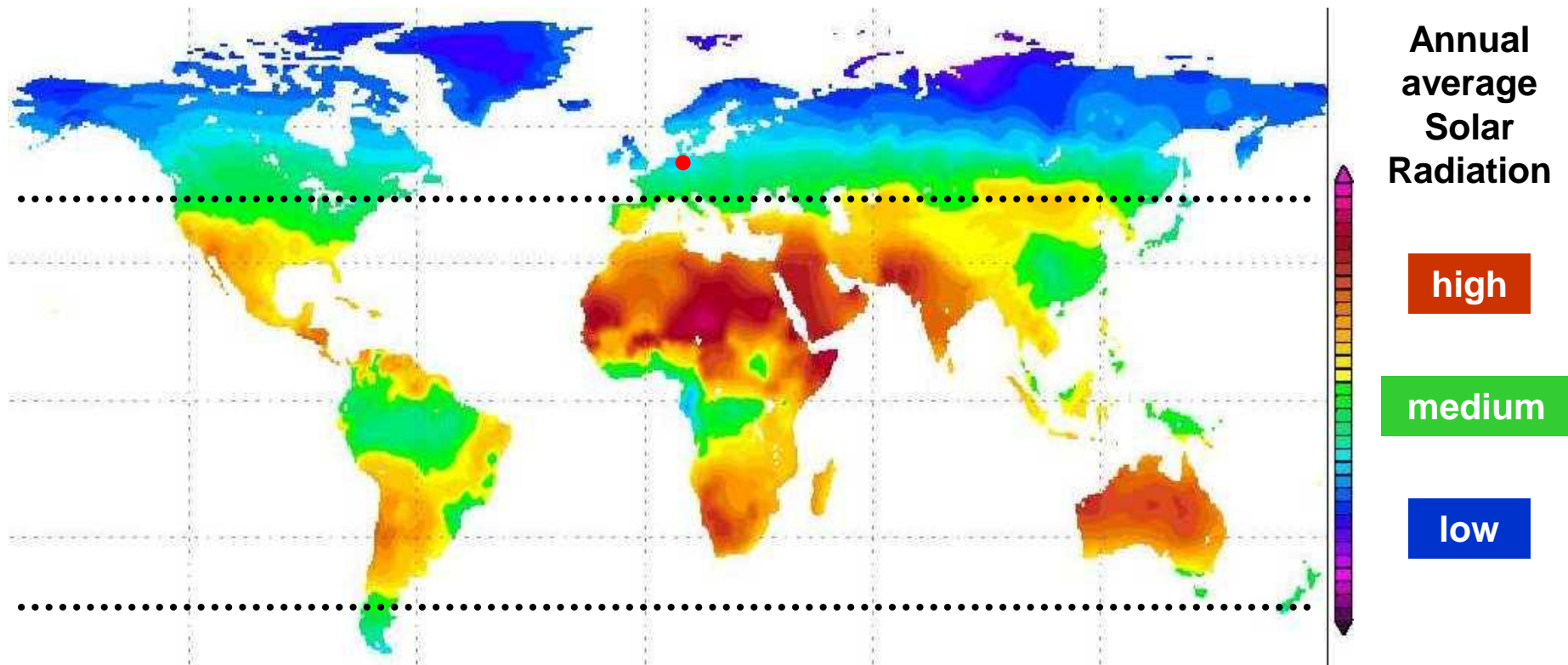
Available online 13 February 2007

Potenziale von Mikroalgen (aquatischer Biomasse)

- Algenbiomasse = Energieträger => Kraftstoff ?
Nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion
Viel schnelleres Wachstum und höherer Ertrag als NaWaRo
Mikroalgen-Öl: 100.000 L/ha
Palm-Öl: 5.950 L/ha
Sonnenblumen-Öl: 952 L/ha *Quelle: Chisti*
- Algenbiomasse = CO₂-Reduzierer => Rauchgasreinigung ???
- Algenbiomasse = Energieträger => Biogasanlagen

Voraussetzung: ausreichende Sonneneinstrahlung

Symbiotische Algen-Bakterien-Biomasse



“Global Water and Sanitation Assessment 2000 Report”, WHO & UNICEF (2000)

Teiche zur Abwasserreinigung

Courtesy: Prof. Duncan Mara, UK



Samambaia, Federal District, Brazil

- Note highly baffled primary maturation pond •

Facultative and maturation ponds are GREEN because of the ALGAE that grow in them



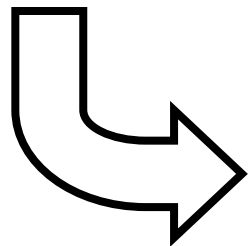
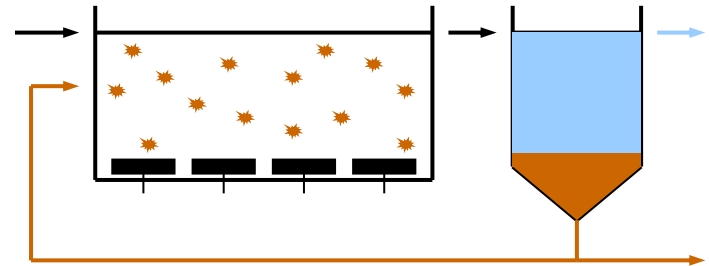
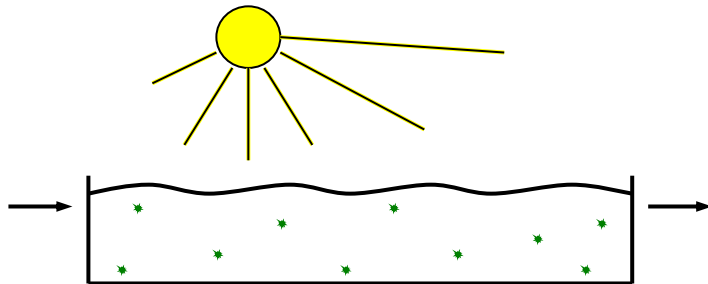
Algenbecken (raceway pond)



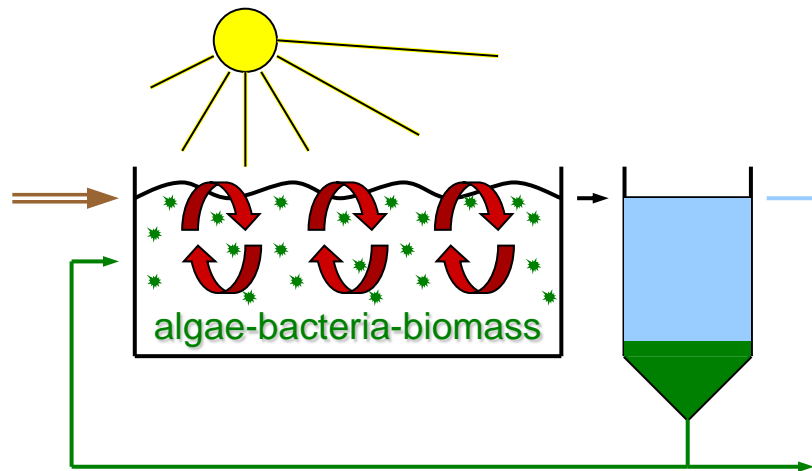
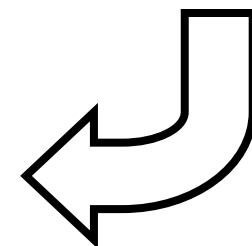
low-tech

Konventionell

high-tech



Neuer Ansatz



Symbiotische Algen-Bakterien-Biomasse

Schema eines Systems
mit symbiotischer
Algen-Bakterien-Biomasse

TUHH

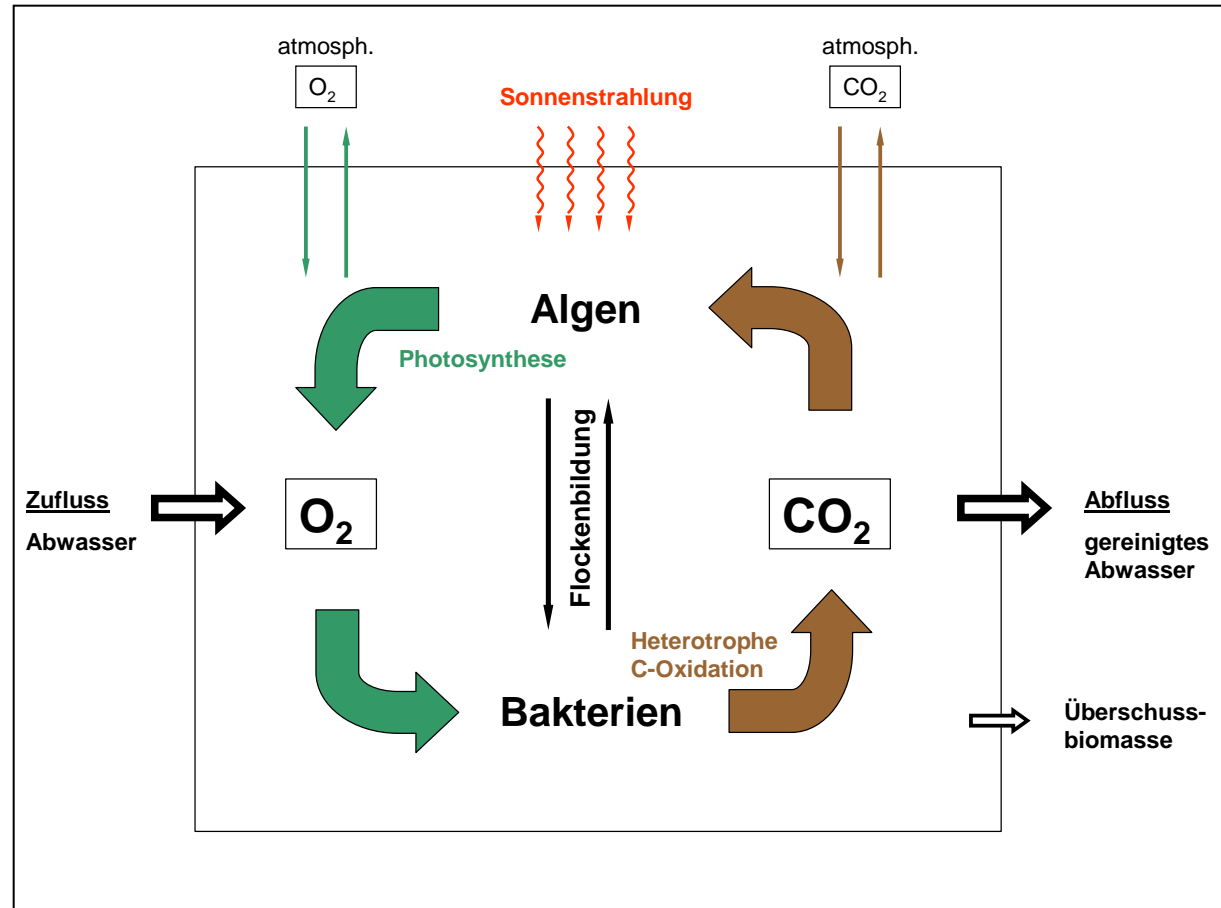
Technische Universität Hamburg-Harburg
Institute of Wastewater Management



Universität Hamburg

Faculty of Biology

Institute of General Botany and Botanical Garden

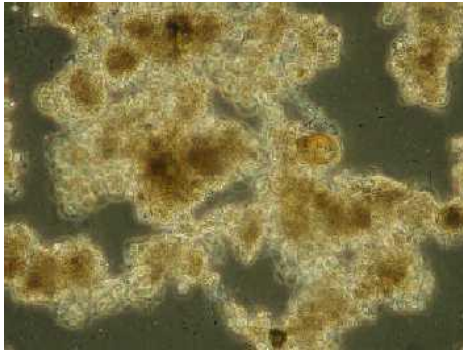


TUHH

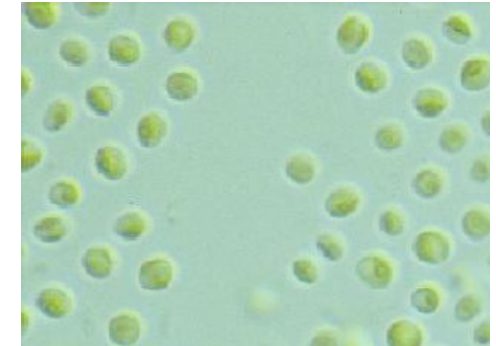
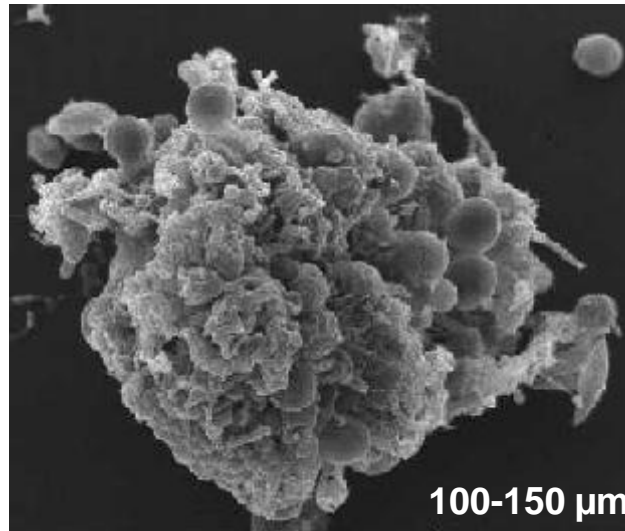
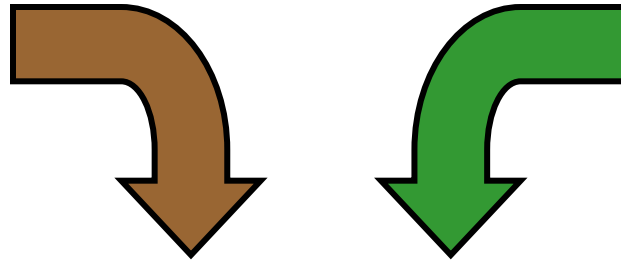
Technische Universität Hamburg-Harburg

aww

Institut für Abwasserswirtschaft
und Gewässerschutz



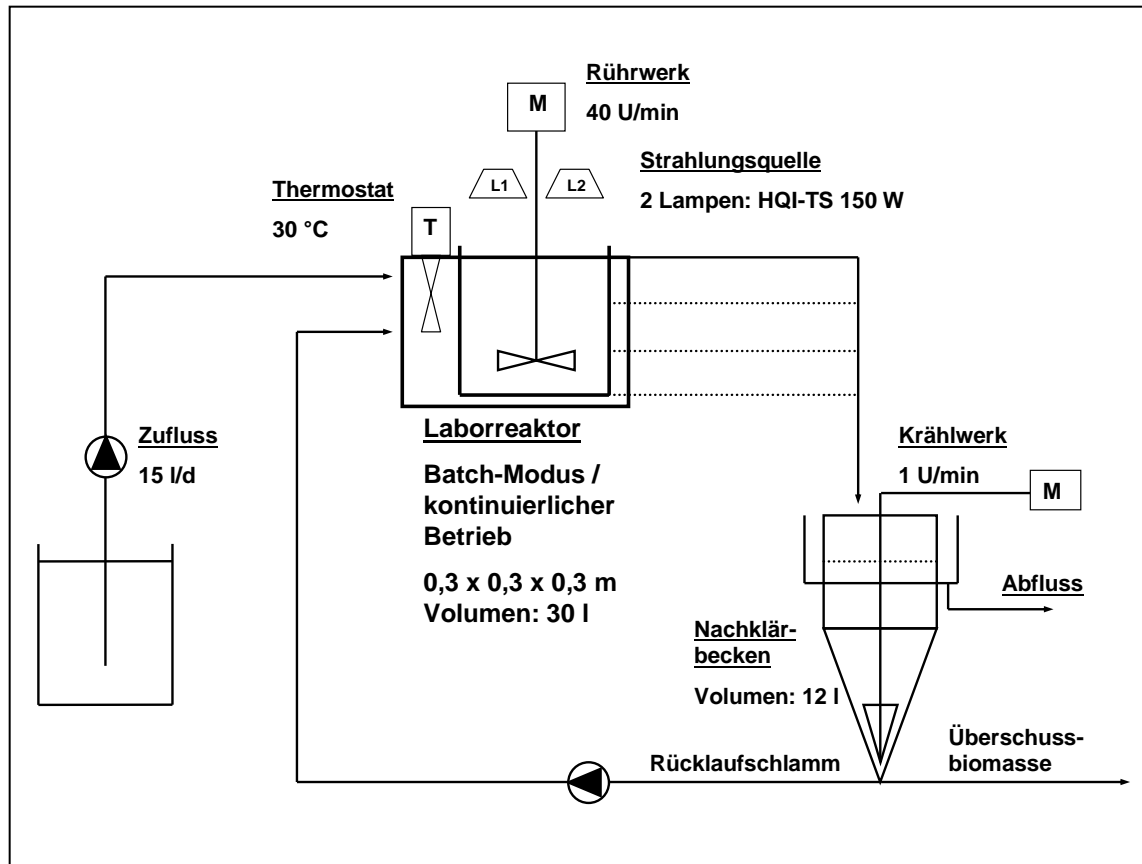
Belebtschlamm
(*Lichtmikroskop*)



Chlorella vulgaris
(*Lichtmikroskop*)

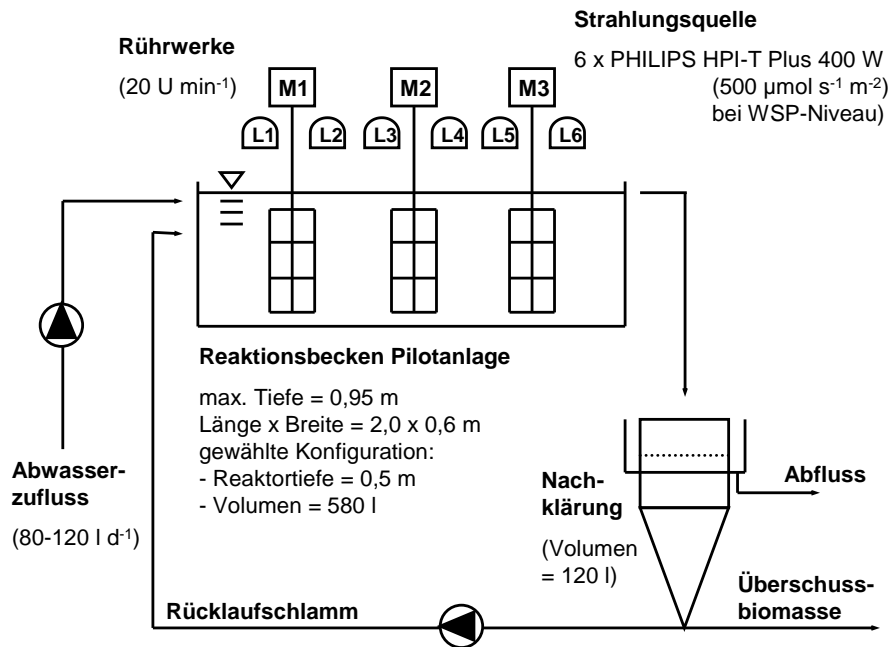
Entwicklung von Algen-Bakterien Aggregaten

Symbiotische Algen-Bakterien-Biomasse



Unsere Laboranlage

Symbiotische Algen-Bakterien-Biomasse



Container



Freilandbetrieb

Pilotanlage im halbtechnischen Maßstab

Modellbetrachtung

Autotrophe Reaktion (Photosynthese, Mikroalgen)



Heterotrophe Reaktion (Abwasser, Bakterien)

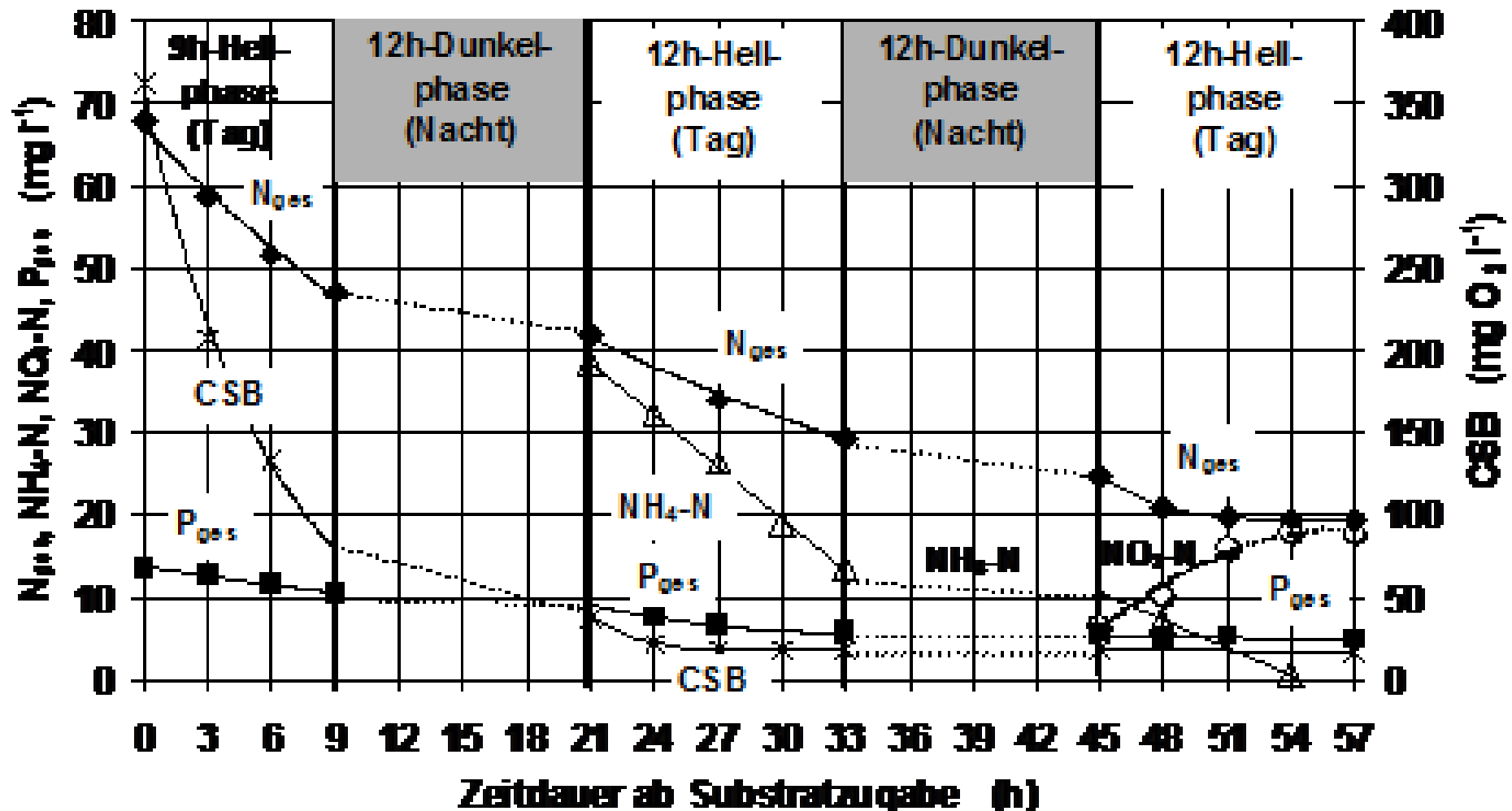


Sauerstoffproduktion durch Mikroalgen/Photosyntheserate: **15-25 mgO₂ gTS⁻¹ h⁻¹**

Sauerstoffverbrauch Abwasserbakterien/Atmungsrate: **35-40 mgO₂ gTS⁻¹ h⁻¹**

Gleichgewichtsbedingungen hinsichtlich des Gasaustauschs theoretisch bei einem **Algen:Bakterien-Masseverhältnis ca. 2:1.**

Symbiotische Algen-Bakterien-Biomasse



erzielte Reinigungsleistung (C, N, P):

- CSB: von 470 mg/l auf 50 mg/l (89 %)
- N_{ges}: von 78 mg/l auf 12 mg/l (85 %); 10 g N/(m²*d)
- P_{ges}: von 11 mg/l auf 5 mg/l (55 %); 0,9 g P/(m²*d)

Betriebsparameter:

- Hydraulische Verweilzeit: > 48h
- Biomassekonzentration: < g TR/l
- Biomasseproduktion: 20-30 g TR/(m²*d)

Biomassertrag

Praxis und Theorie

Produktivität ca. 50 t / Jahr im saisonalen Betrieb (April – Oktober)

- bezogen auf 1,2 ha Anlagengröße im Jahresmittel
ca. 11 g / m² und Tag
- bezogen auf Saison (210 Tage)
ca. 20 g / m² und Tag
- bezogen auf Reaktorlaufzeit im Produktionsmodus (170 Tage)
ca. 25 g / m² und Tag
- bezogen auf photoaktive Grundfläche (9100 m²)
ca. 32 g / m² und Tag

Symbiotische Algen-Bakterien-Biomasse

0 min
Beginn



1 min
Absetzen



10 min
Absetzen

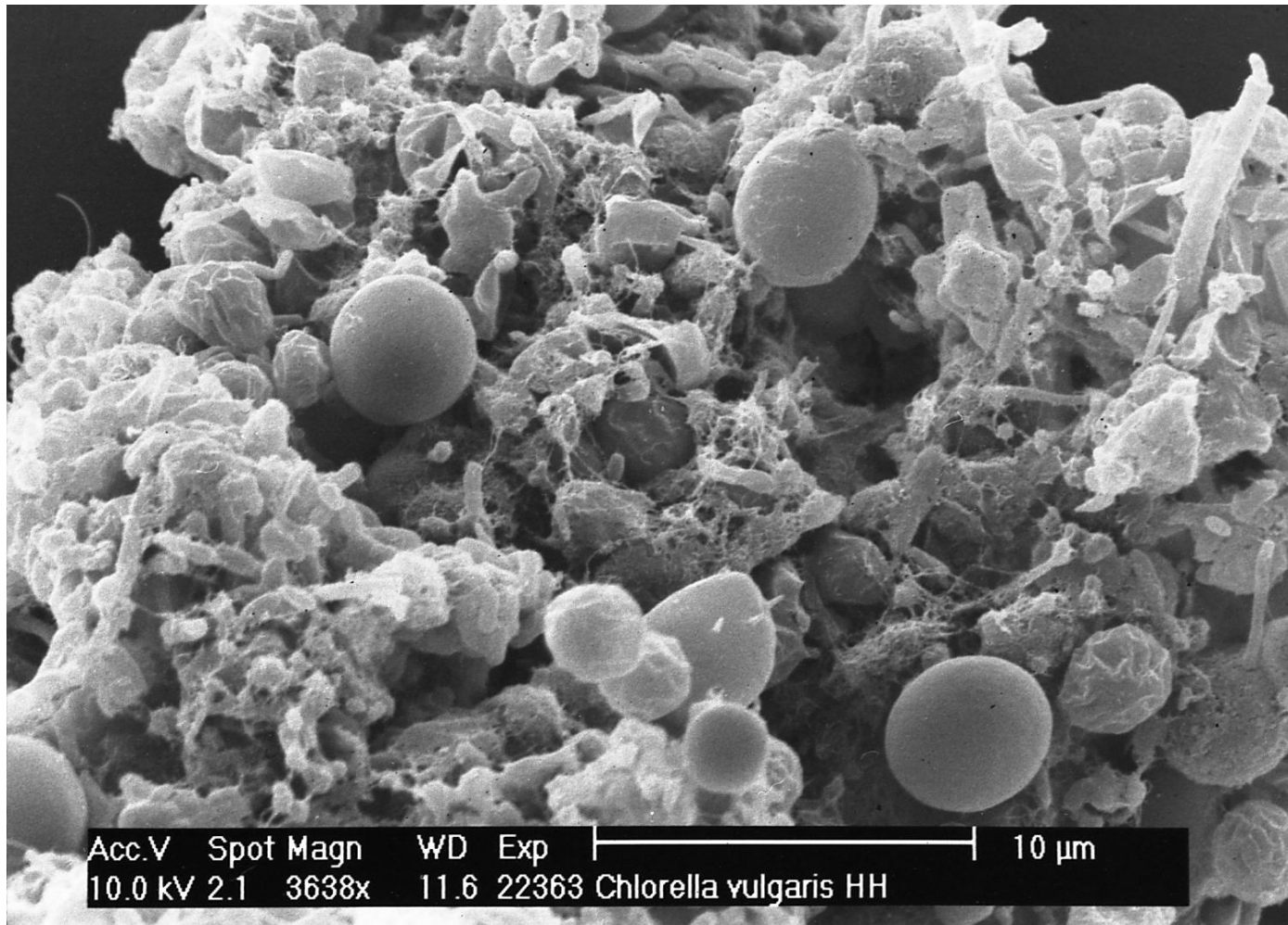


Flockengröße: 50 μm - 1 mm (vorwiegend 400 - 800 μm)

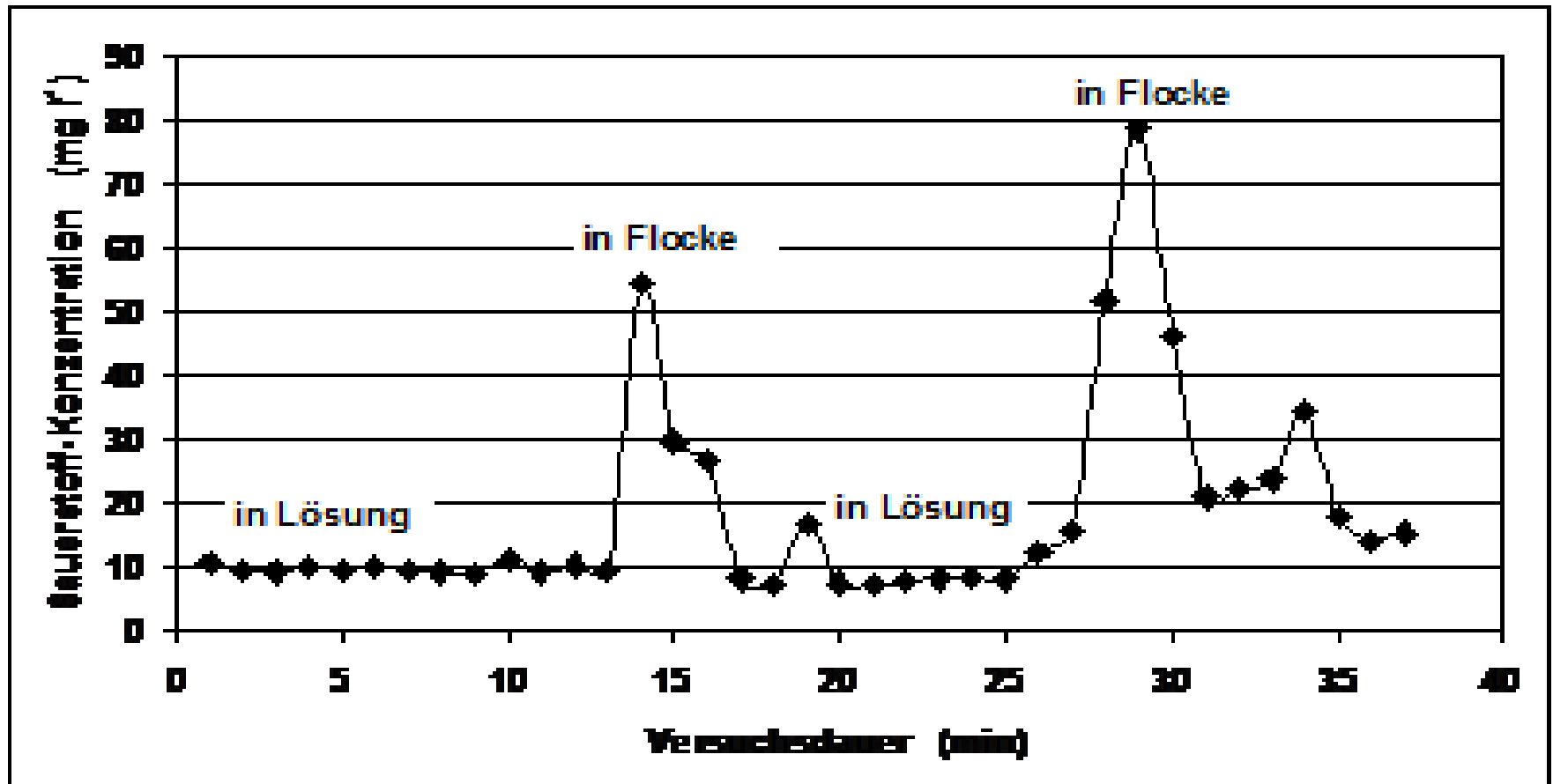
Schlammvolumenindex: $I_{SV} = 80-120 \text{ ml/g}$

Flockengröße und Absetzeigenschaften

Symbiotische Algen-Bakterien-Biomasse



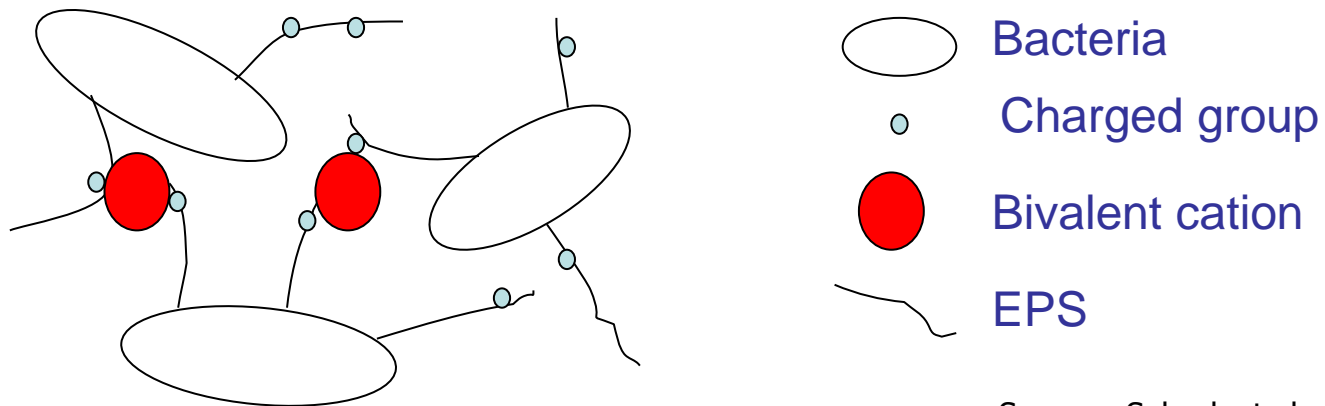
Symbiotische Algen-Bakterien-Biomasse



Sauerstoffkonzentration in Lösung und in der symbiotischen Flocke

Findings on symbiotic biomass

Suggested model:



Source: Sobeck et al., 2002

Findings on symbiotic biomass

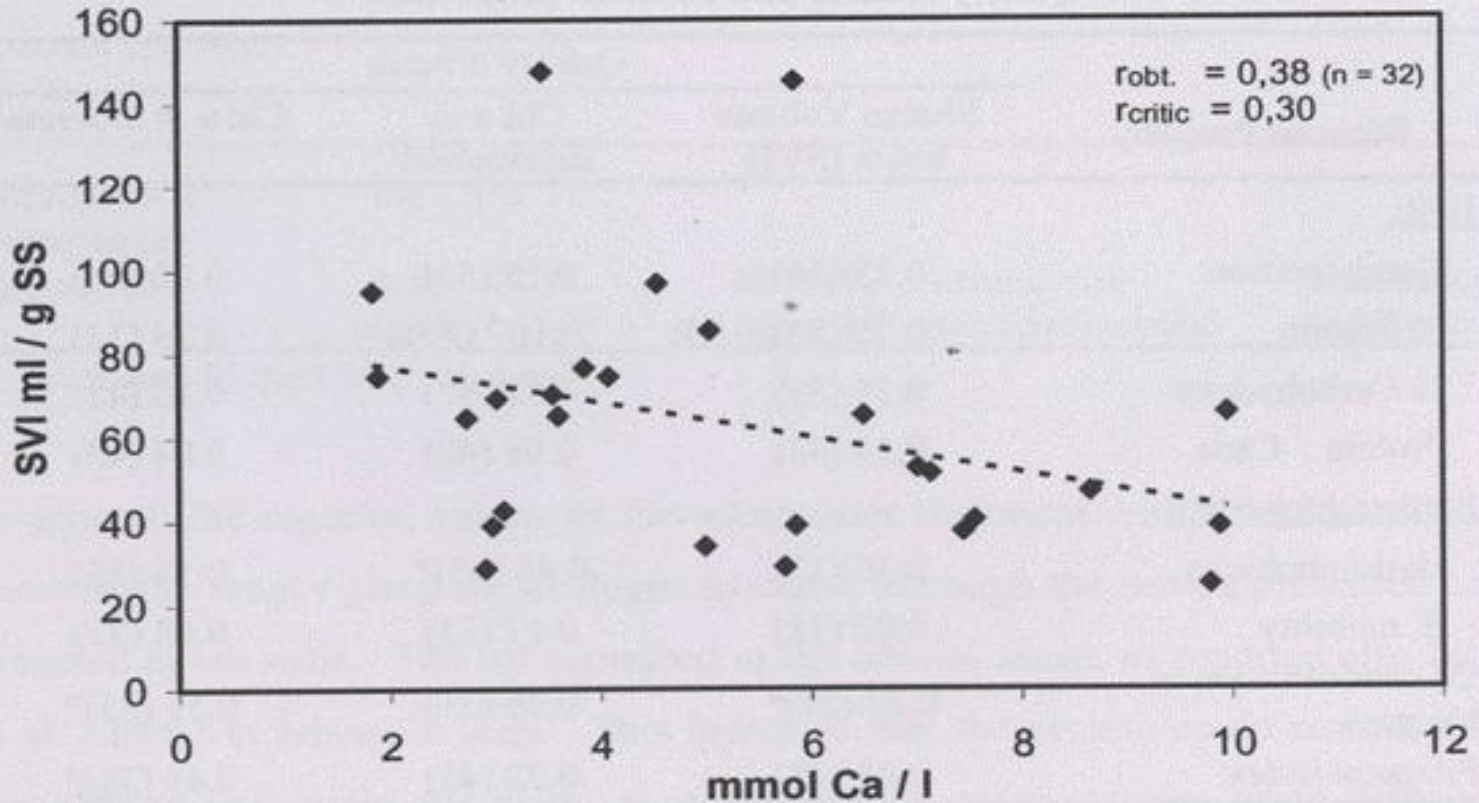
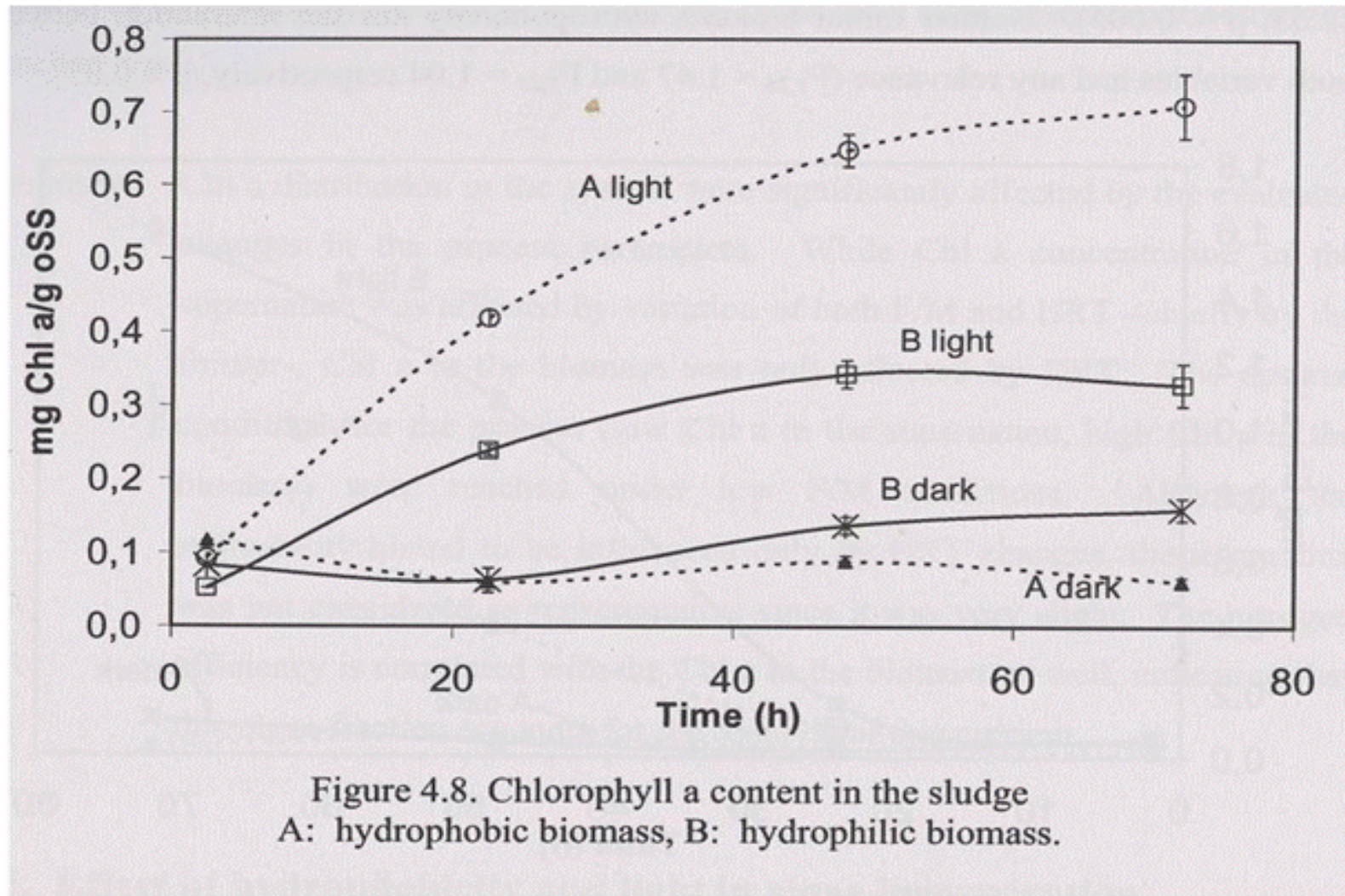


Figure 4.2. Correlation between calcium concentration in the biomass and SVI.
 r = Pearson's coefficient value, obt: obtained, critic: critical, n : number of observations

Findings on symbiotic biomass



Symbiotische Algen-Bakterien-Biomasse

1. Abwasserbehandlung

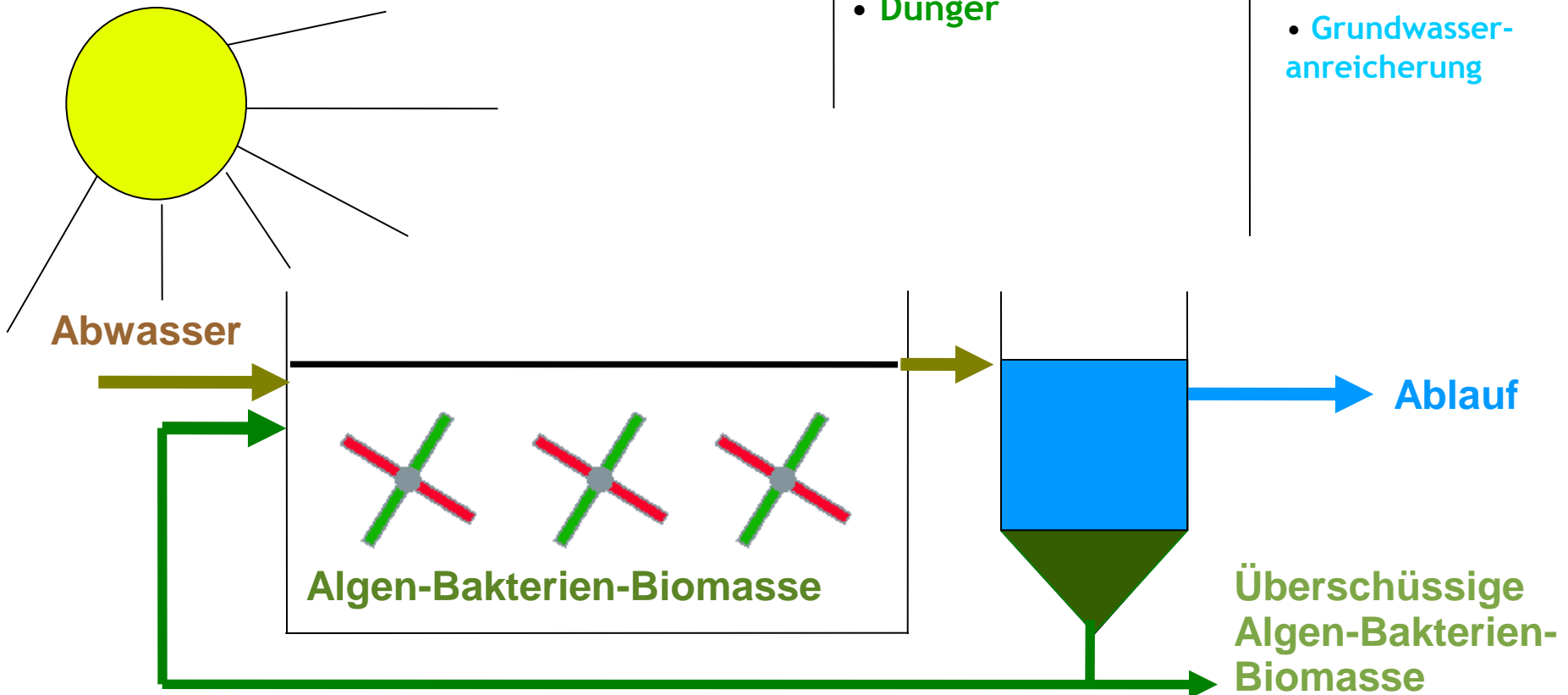
- Nutzung von Sonnenlicht als Energiequelle
- Elimination von organischem C, N and P
- Reduktion von Krankheitserregern

2. Produktion

- Biogas
- Proteine
- Dünger

3. Wiederverwendung

- Bewässerung
- Aquakultur
- Grundwasseranreicherung



ALBAQUA project – CORNET 6th call

ALBAQUA: Combined **AL**gal and **BA**cterial waste water treatment for high environmental **QUA**lity effluents

Duration of the project: 09/2009 – 08/2011

Consortium leader: Papiertechnische Stiftung (PTS), München

Project partners:

TU Hamburg-Harburg (in Koop. mit Universität Hamburg, Biozentrum),
Deutsche Partner finanziert über AiF/BMWi

ICP-TCP, Slovenia

CELABOR, Belgium

PRI, Hungary

ALBAQUA - Targets

- **Cultivation of suitable algae species**

- Sufficient O₂-supply (generation)
- Sessile or ability of fixing on/at activated sludge flocs
- Tolerant versus wastewater conditions
- No emission of inhibitory or refractory substances

- **Operating conditions of algae-bacteria-bioreactors**

- Suspended or fixed algae-bacteria-biomass
- range of operating parameters
- algae-bioreactor as polishing process

- **Degradation performance**

- Different waste waters and partial streams
- Nitrogen and phosphorus elimination
- Quality of effluent

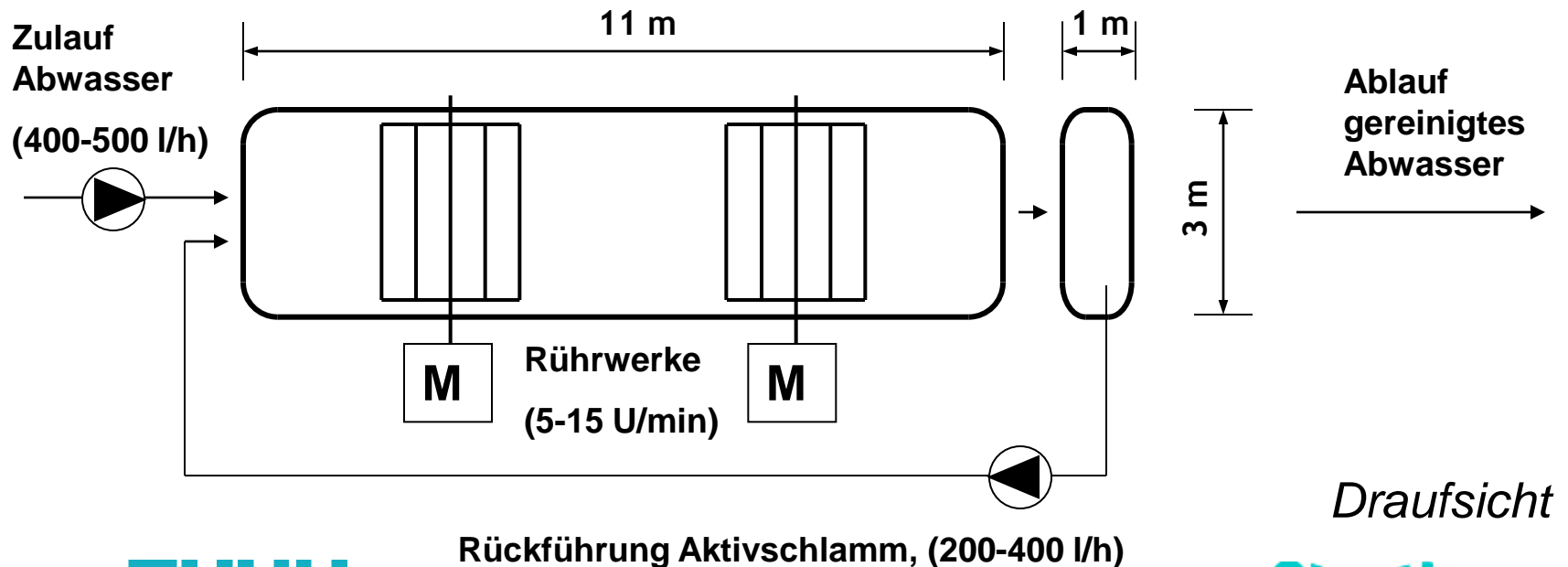
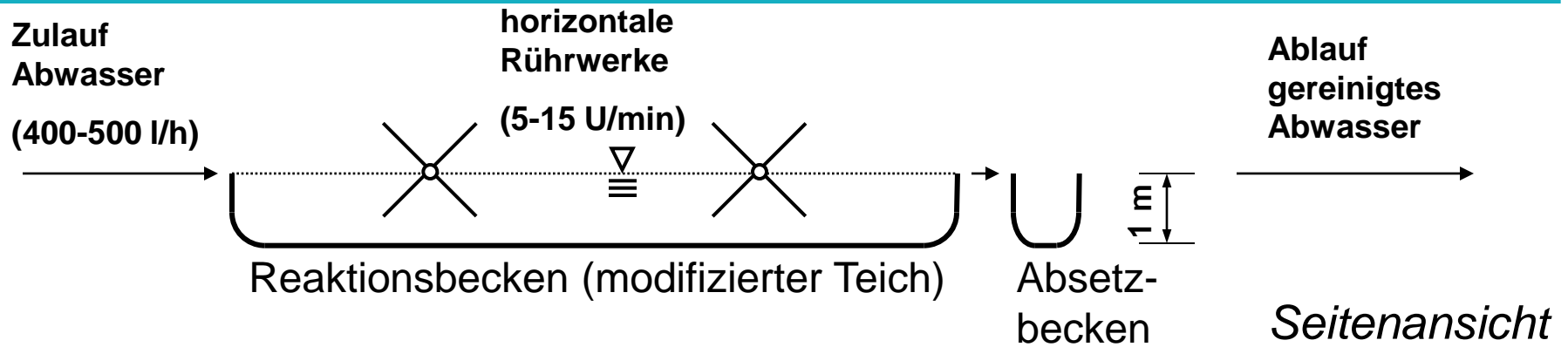
- **Excess sludge/waste**

- Amount
- Utilisation: energy recovery, bio-fuel, disposal
- Quality

- **Economics**

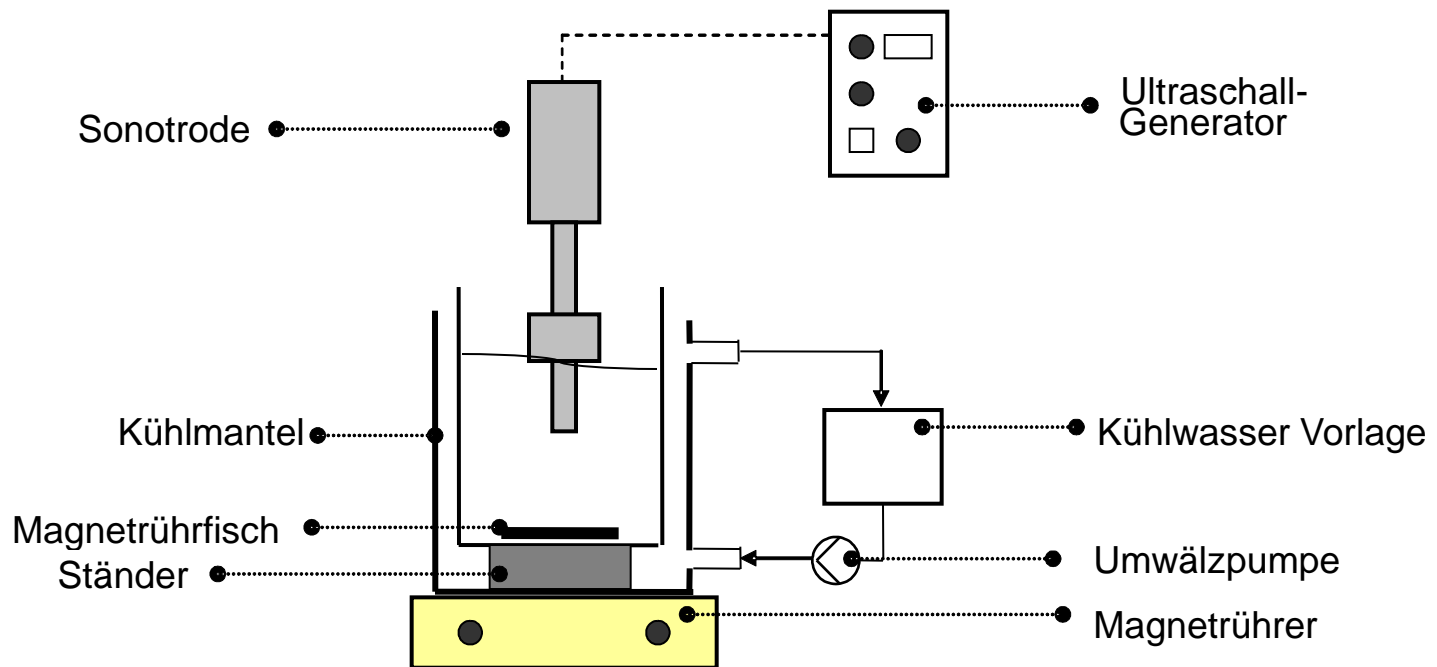
- Evaluation of energy saving versus energy consumption
- Requirements for refitting or expansion of existing plants
- Requirements for partial stream treatment

Symbiotische Algen-Bakterien-Biomasse

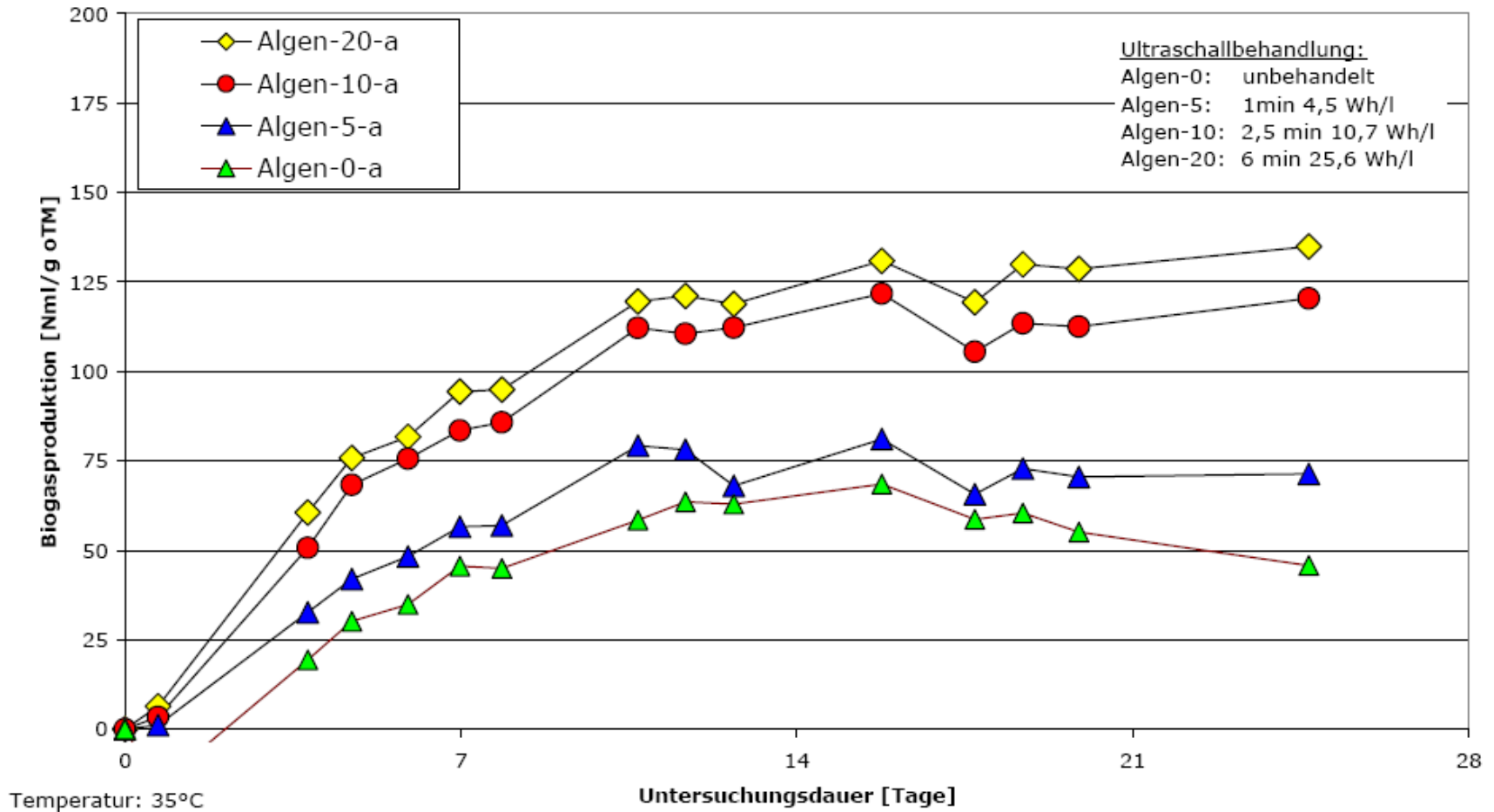


Was machen wir noch?

Laufende Forschung – Labortests zur Desintegration von Mikroalgen-Biomasse mit diversen Mikroalgenspecies



Wirkung der Beschallung von Mikroalgen-Biomasse auf die Biogasproduktion

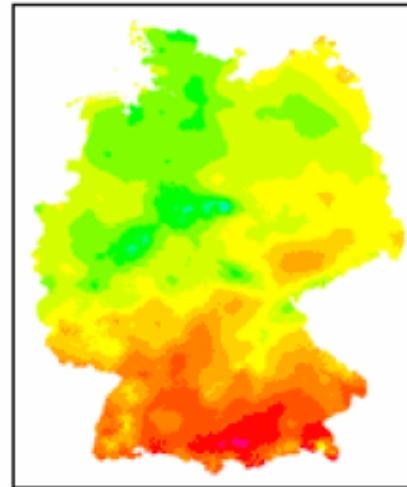


Danke für Ihre Aufmerksamkeit und Gruß aus Hamburg



Globalstrahlung 1981-2000
Mittlere Jahressummen in kWh/m²

Über 1150
1125-1150
1100-1125
1175-1100
1050-1075
1025-1050
1000-1025
975-1000
950-975
925-950
900-925
Unter 900



Karte Deutscher Wetterdienst

Globalstrahlung am Standort:
(Jahresmittel)

110 W / m²

photoaktiver Anteil:
(PAR – Strahlung)

ca. 45 %

50 W / m²

Absorption

ca. 80 %

40 W / m²

(Verluste durch Reflexion)

Wirkungsgrad der Photosynthese

ca. 25 %

10 W / m²

Nettoausbeute

ca. 70 %

7 W / m²

(Atmungsverluste ca. 30 %)

nutzbares Jahresmittel:

60 kWh / m²

Brennwert Chlorella

ca. 4300 kcal / kg

entspricht Biomasse phototroph:

120 t / ha bzw. 33 g / m² und Tag