

Nutzung ausgewählter Abwässer für die produktive Kultivierung von Mikroalgen

DOMINIK REFARDT, ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN, INSTITUT FÜR UMWELT UND NATÜRLICHE RESSOURCEN, WÄDENSWIL, SCHWEIZ

MIT DER MITHILFE VON SOPHIA EGLOFF, MARINA MARIOTTO, YAIZA TEJIDO AND ADRIAN PULGARIN

WIEN, 12. OKTOBER 2021

Grüezi mitenand

2

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

- ▶ Teil der Zürcher Fachhochschule ZFH
- ▶ 13 000 Studierende (Bachelor und Master)
- ▶ 3000 Mitarbeitende
- ▶ 8 Departemente

Gesundheit, Angewandte Linguistik, School of Engineering, School of Management and Law, Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen, Angewandte Psychologie, Soziale Arbeit, Life Sciences und Facility Management

- ▶ 3 Standorte



Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR

An aerial photograph of the IUNR campus. In the foreground, there are several long, covered walkways and numerous greenhouses of various sizes. To the right, there are large green fields with some experimental plots. In the background, a town is visible along the shore of a large lake, with mountains in the distance under a clear sky.

Bachelorstudium in Umweltingenieurwesen
Masterstudium in Umwelt und Natürliche Ressourcen
Weiterbildungen: zahlreiche CAS, Lehrgänge und Tagungen
Forschung und Dienstleistungsaufträge

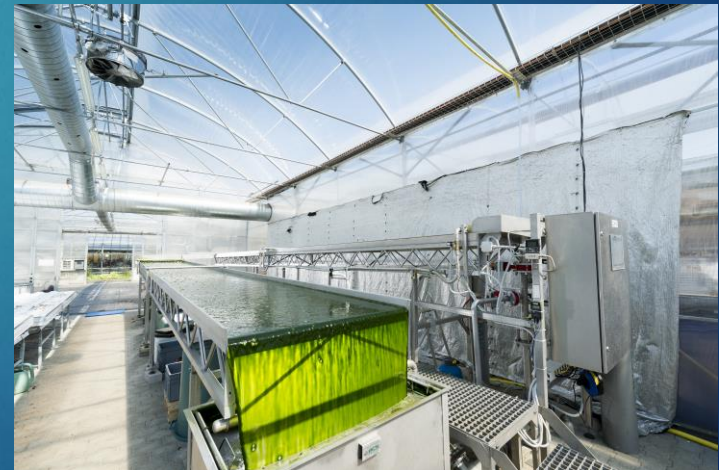
Forschungsgruppe Aquakultursysteme

Aquakultur

- ▶ Systemoptimierung
- ▶ Schlamm- und Abwasserbehandlung
- ▶ Fischwohl
- ▶ Digitalisierung
- ▶ neue Fischarten

Mikroalgen

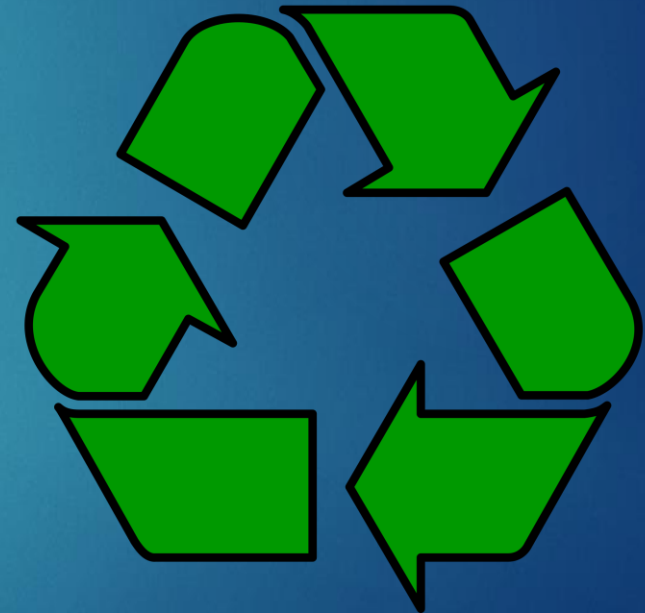
- ▶ Nährstoffkreisläufe
- ▶ Abwassernutzung
- ▶ Schädlinge
- ▶ Bioplastik



Die grossflächige Nutzung von Mikroalgen bedingt Nährstoffrecycling

Canter, Blowers, Handler & Shonnard. 2015. Implications of widespread algal biofuels production on macronutrient fertilizer supplies: Nutrient demand and evaluation of potential alternate nutrient sources. Applied Energy 143: 71–80

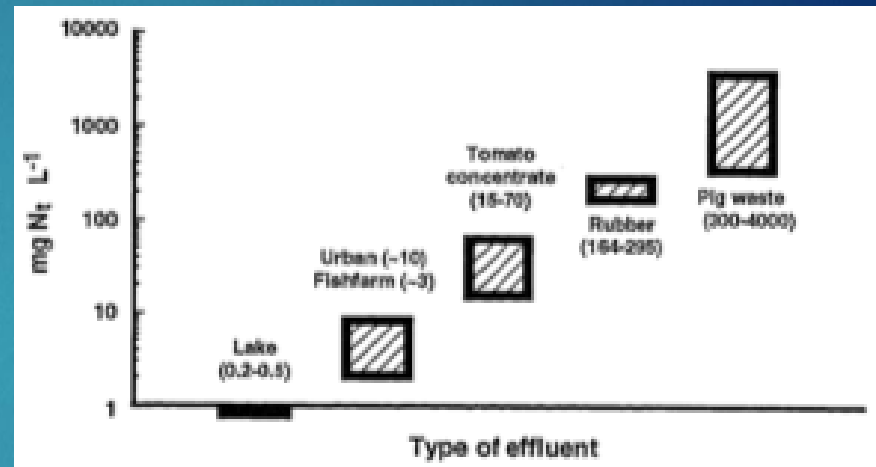
- ▶ US Energy Independence and Security Act of 2007: bis 2022 müssen $8 \cdot 10^{10}$ l Biokraftstoff jährlich produziert werden.
- ▶ Wenn dies mit Mikroalgen erreicht werden soll, müssen die USA...
 - ▶ 30 % des jährlichen Bedarfs an Stickstoff abzweigen
 - ▶ 20 % des jährlichen Bedarfs an Phosphor abzweigen
- ▶ Das sind übrigens nur 7 % des Bedarfs der Vereinigten Staaten



Geeignetes Abwasser ist rar

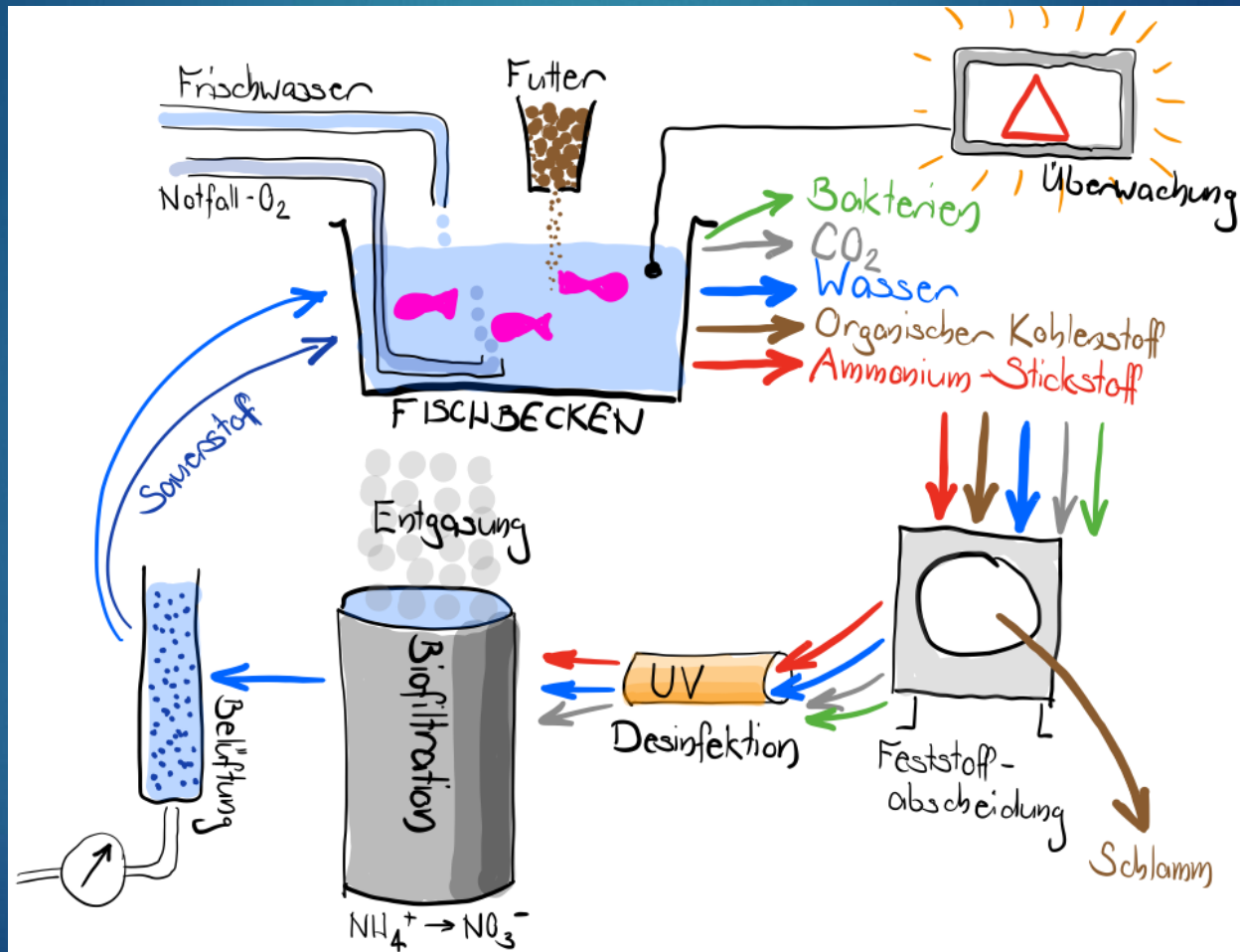
6

- ▶ hohe Konzentrationen von verfügbarem Stickstoff und Phosphor
- ▶ tiefer Anteil von organischem Material
- ▶ möglichst hygienisch
- ▶ konstante Zusammensetzung
- ▶ keine Schwermetalle etc.



Je mehr Nährstoffe im (Ab)wasser, desto höher auch die Belastung mit organischem Material (de la Noüe et al. 1992)

Abwasser 1: aus rezirkulierender Aquakultur (>100 mg NO₃-N)



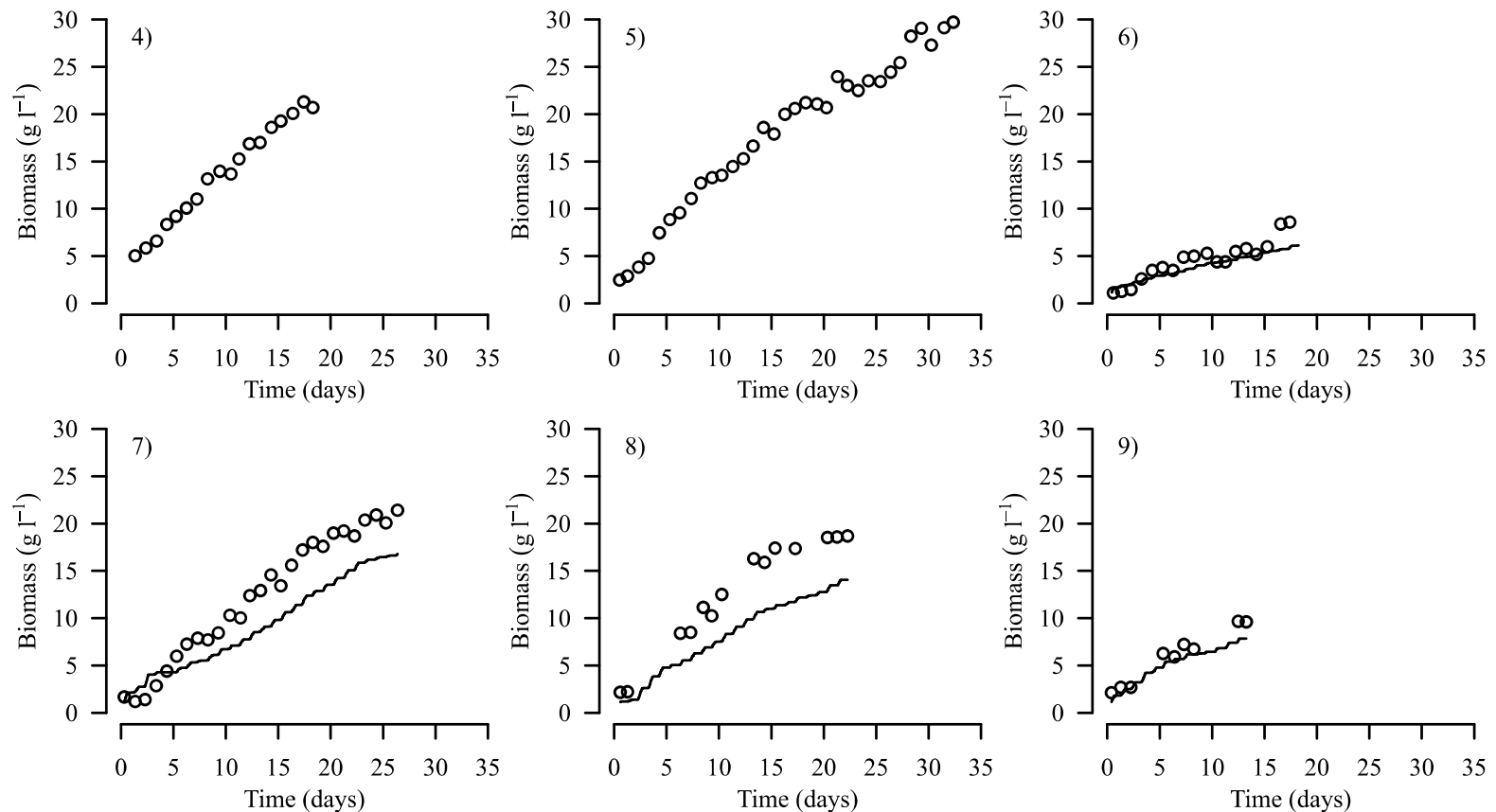
Idee: Verdunstung aus offener Kultivierung mit kontinuierlicher Nährstoffnachfuhr ausgleichen

- ▶ tägliche Verdunstung
50% des Volumens
- ▶ Stickstoffbedarf
~10 % der Biomasse
- ▶ $\text{NO}_3\text{-N}$ im
Aquakulturwasser
100 mg l⁻¹
- ▶ erwartete
Produktivität
0.5 g l⁻¹ Biomasse (TM)
pro Tag



Es ist möglich, Mikroalgen nur mit Aquakulturwasser zu kultivieren

Egloff, Tschudi, Schmutz & Refardt. 2018. High-density cultivation of microalgae continuously fed with unfiltered wastewater from a recirculating aquaculture system. *Algal Research* 34: 68–74



was aber niemand erzählt...

10

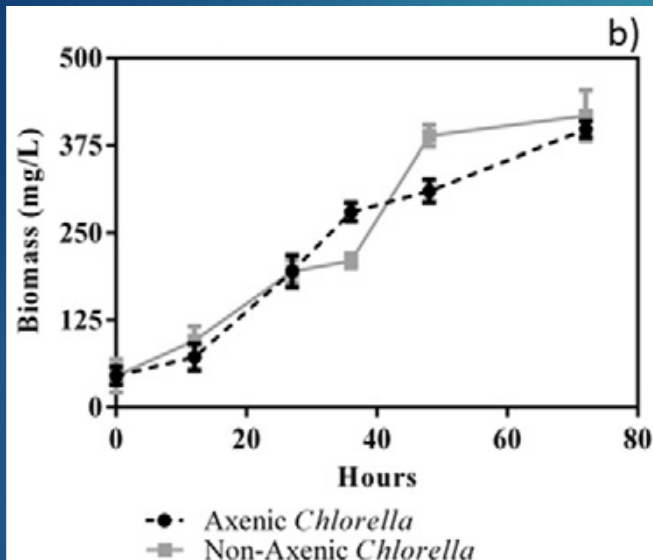
vor dem Wochenende



nach dem Wochenende



Biologische Kontaminationen werden ausgeklammert



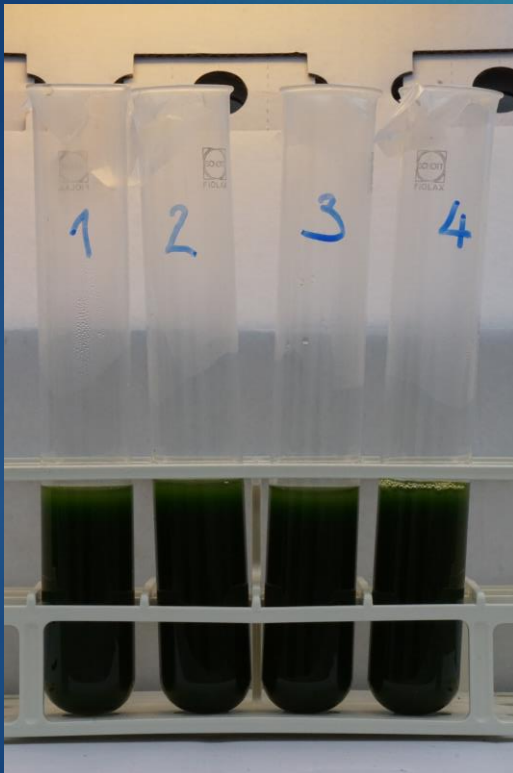
Flounder aquaculture wastewater was obtained from a flounder aquaculture fishery in Dalian municipality, Liaoning Province, China. The pretreated flounder aquaculture wastewater was taken from different stages. Flounder aquaculture wastewater was filtered through a membrane filter (0.45 μm) prior to autoclaving. Therefore, only the soluble fraction of nitrogen and phosphorus was considered in the present study.

eine kurze Kultivierungszeit reicht nicht aus, damit sich Schädlinge vermehren können (Halfhide et al. 2014)

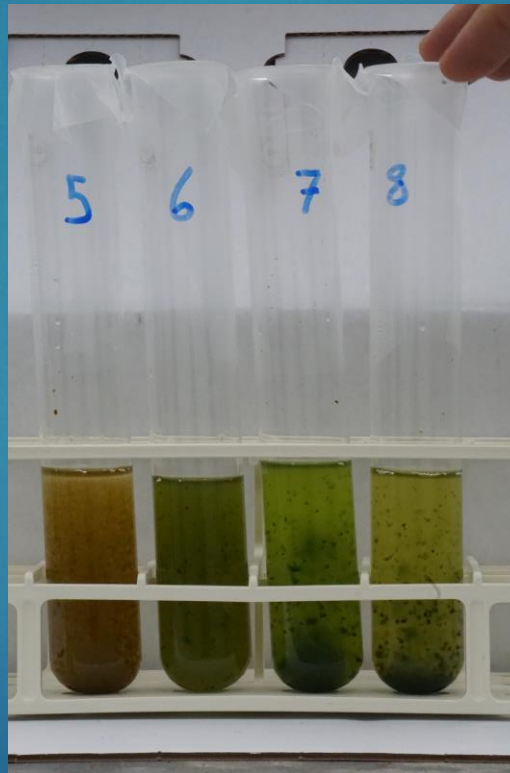
Abwasserproben werden vor dem Experiment sterilisiert (Guo et al. 2013)

Sterilisierung des Abwassers beeinflusst den Kultivierungserfolg

Tejido-Nuñez, Aymerich, Sancho & Refardt. 2019. Treatment of aquaculture effluent with *Chlorella vulgaris* and *Tetrademus obliquus*: The effect of pretreatment on microalgae growth and nutrient removal efficiency. *Ecological Engineering* 136: 1–9



Chlorella vulgaris in
sterilisiertem Abwasser



Chlorella vulgaris in
rohem Abwasser



Vorticella, eine Liebhaberin
von Mikroalgen

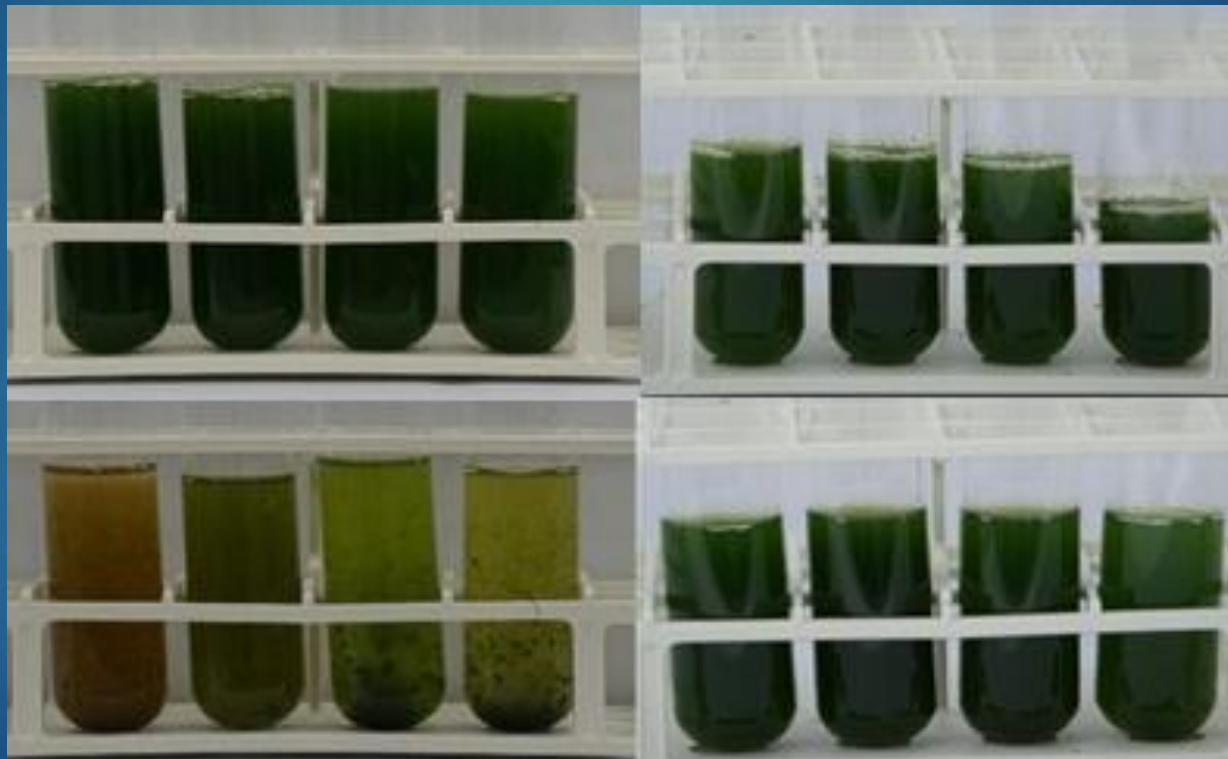
Mit einer Sterilisierung kann man die Resultate um 180° drehen

Tejido-Nuñez, Aymerich, Sancho & Refardt. 2019. Treatment of aquaculture effluent with *Chlorella vulgaris* and *Tetrademus obliquus*: The effect of pretreatment on microalgae growth and nutrient removal efficiency. *Ecological Engineering* 136: 1–9

Chlorella vulgaris

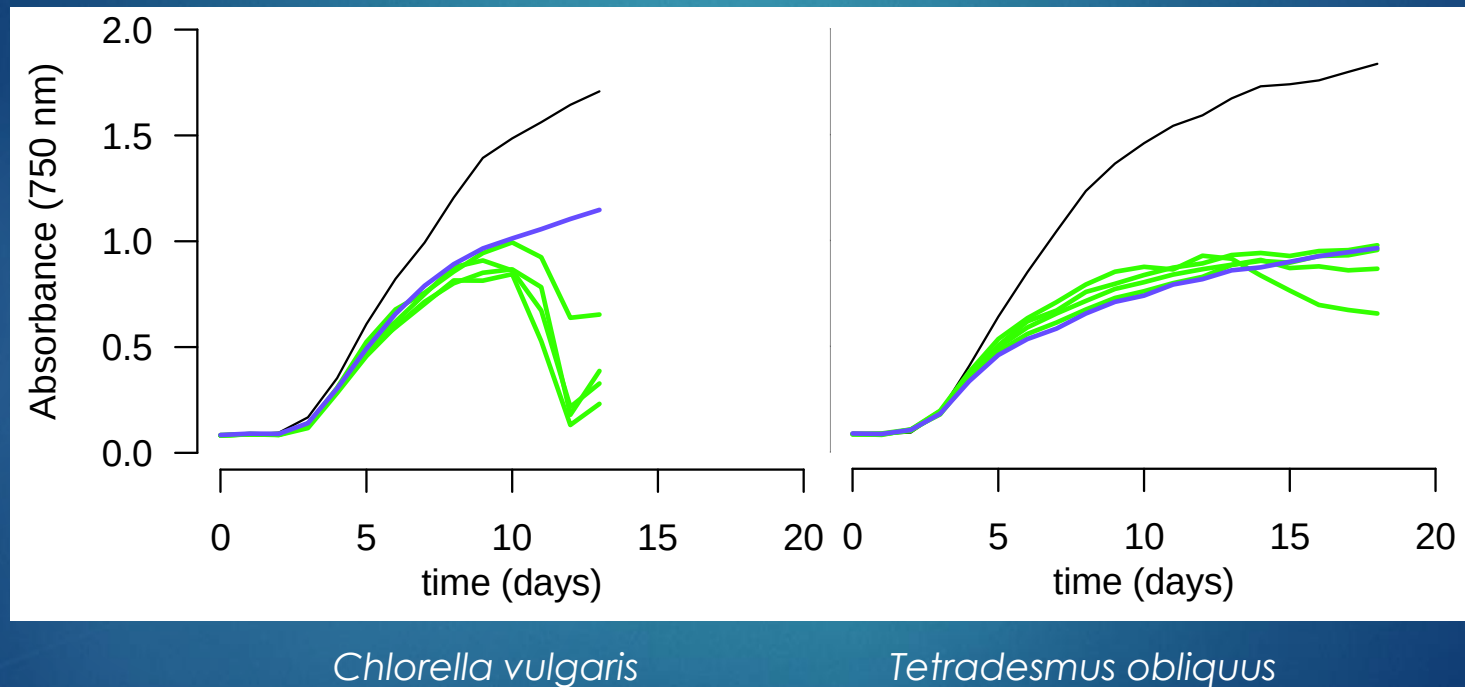
Tetrademus obliquus

sterilisiert



Mit einer Sterilisierung kann man die Resultate um 180° drehen

Tejido-Nuñez, Aymerich, Sancho & Refardt. 2019. Treatment of aquaculture effluent with *Chlorella vulgaris* and *Tetrademus obliquus*: The effect of pretreatment on microalgae growth and nutrient removal efficiency. *Ecological Engineering* 136: 1–9

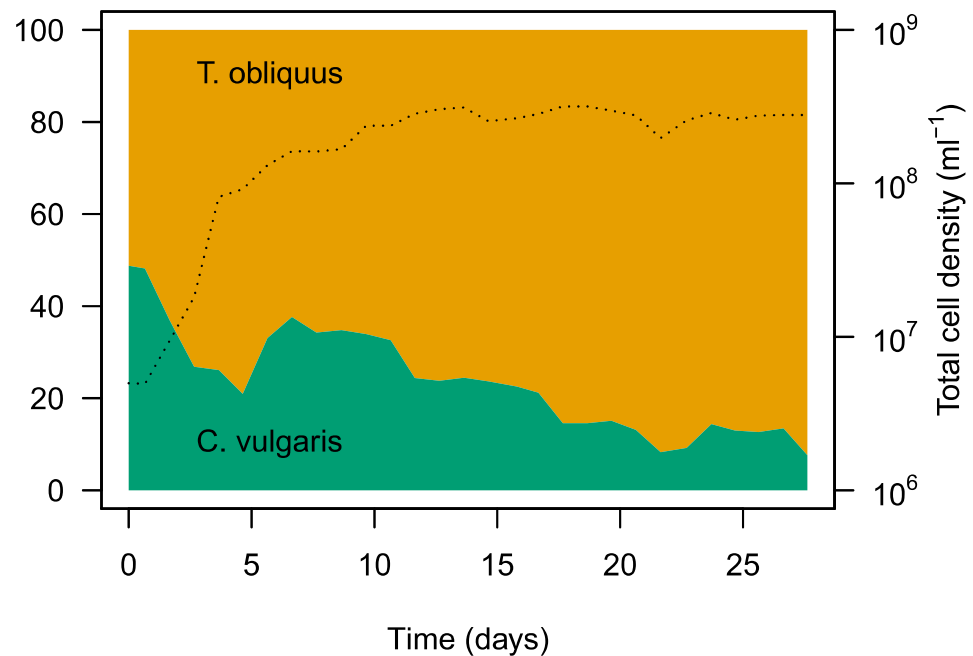
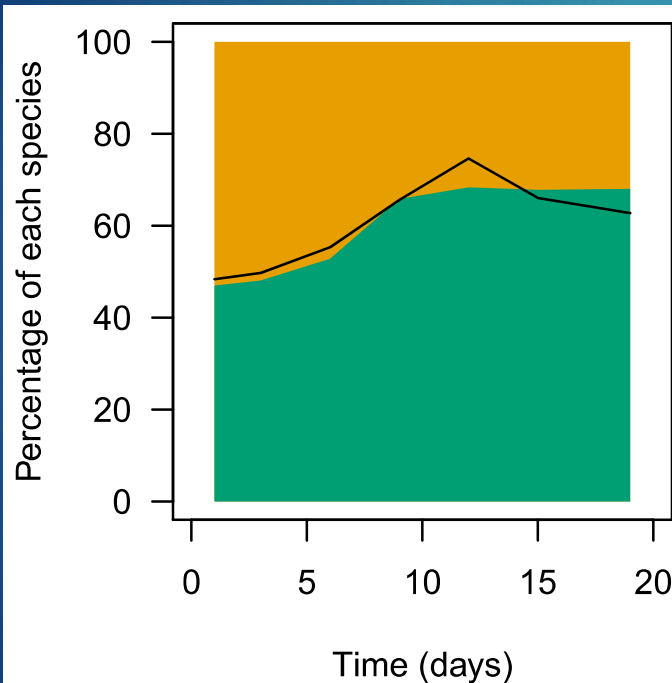


Kontaminationen sind unvorhersehbar und nicht die einzigen bestimmenden Faktoren

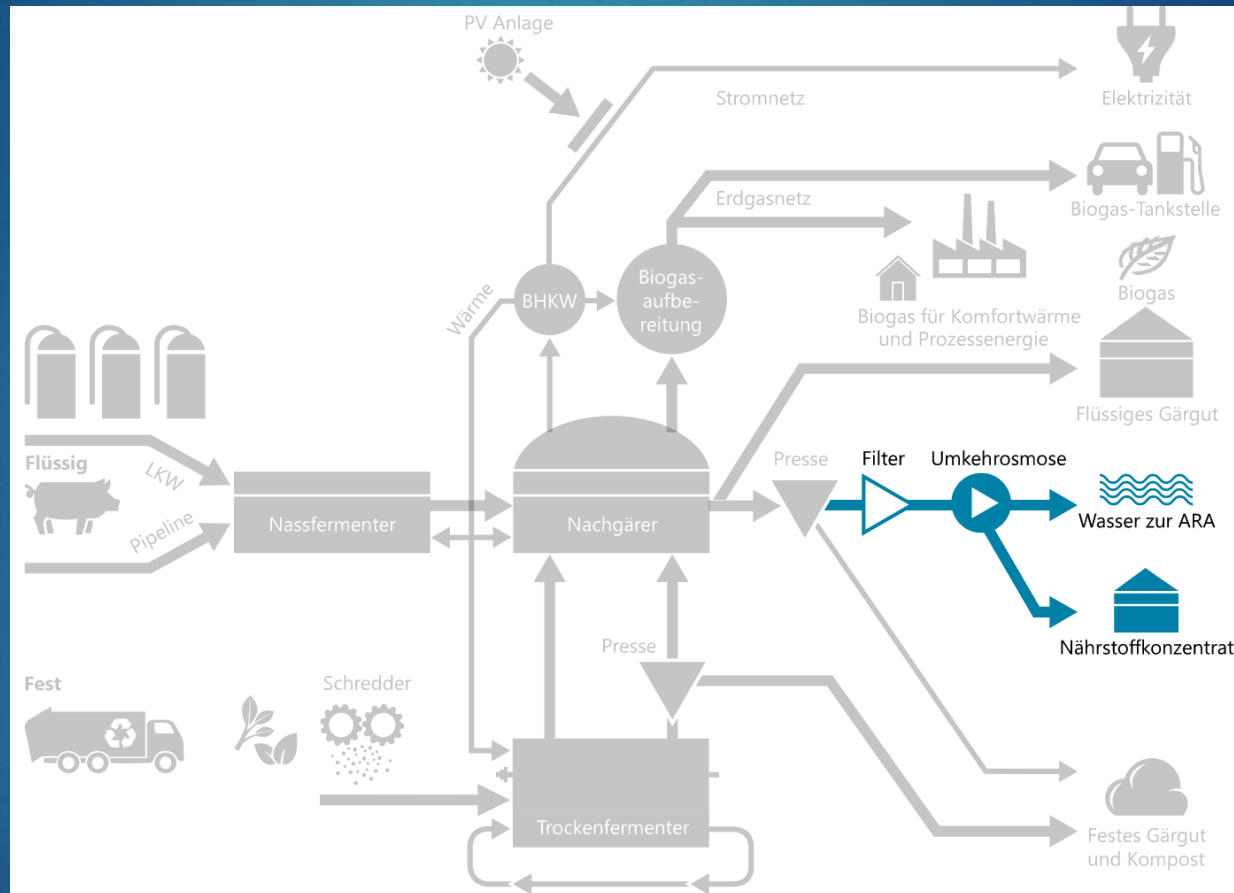
Tejido-Nuñez, Aymerich, Sancho & Refardt. Co-cultivation of microalgae in aquaculture water: Interactions, growth and nutrient removal efficiency at laboratory- and pilot-scale. *Algal Research* 49: 101940

im Labor in Erlenmeyerkolben

im Gewächshaus im offenen System

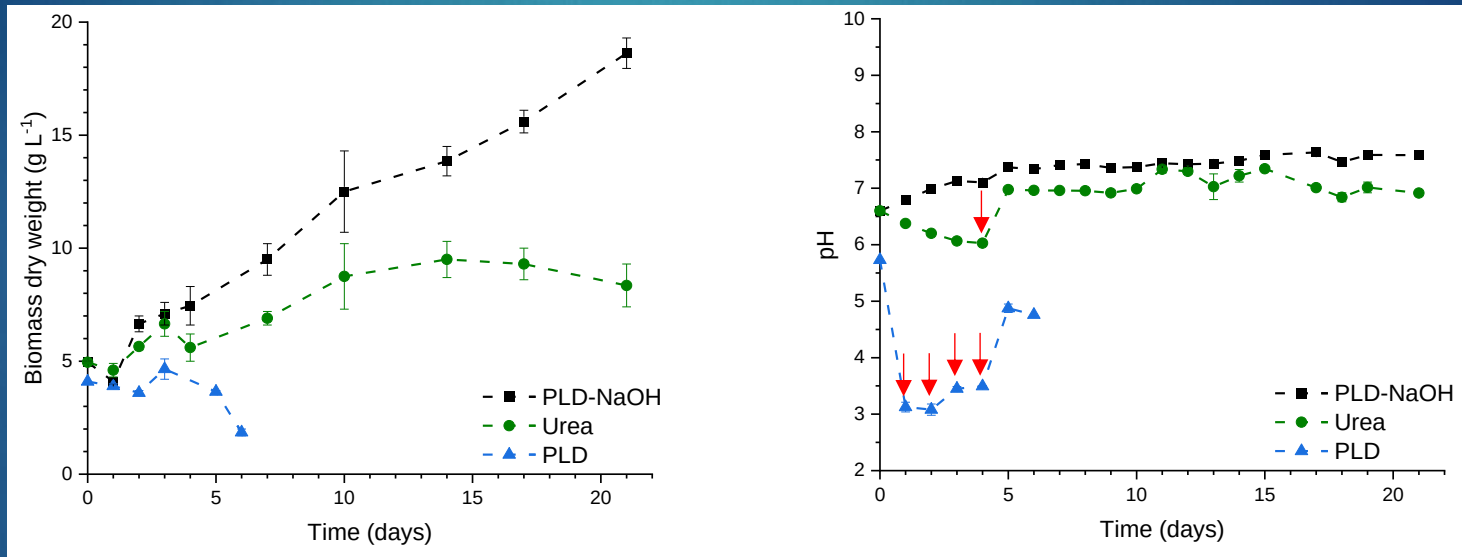


Abwasser 2: Gärgutkonzentrat aus der anaeroben Vergärung ($\sim 7 \text{ g l}^{-1} \text{ NH}_4\text{-N}$)



Prozessschema der Swiss Farmer Power in Inwil

Im Labor: Gärgut ist ein guter Dünger aber der pH muss kontrolliert werden



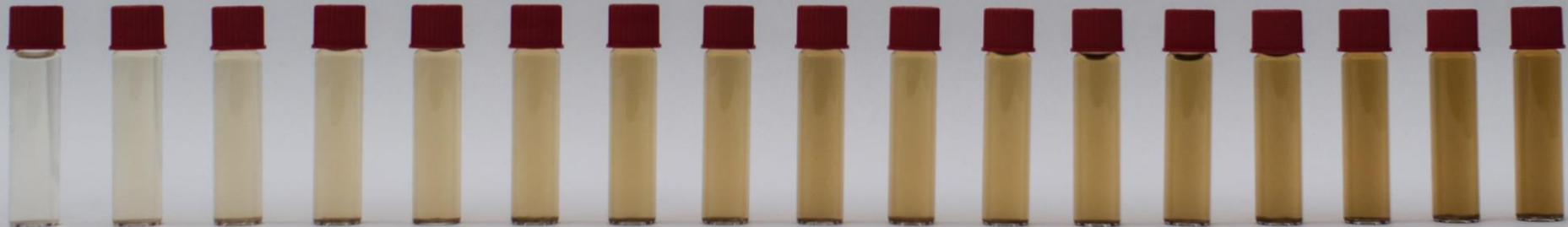
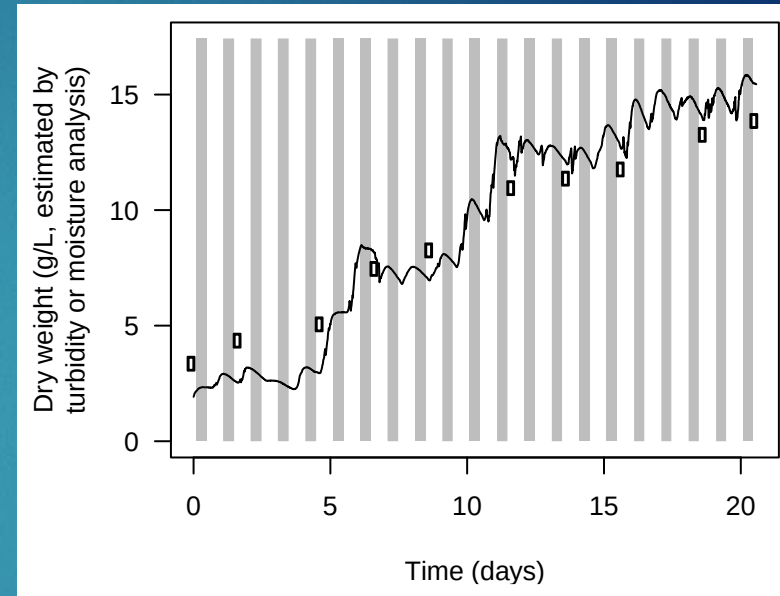
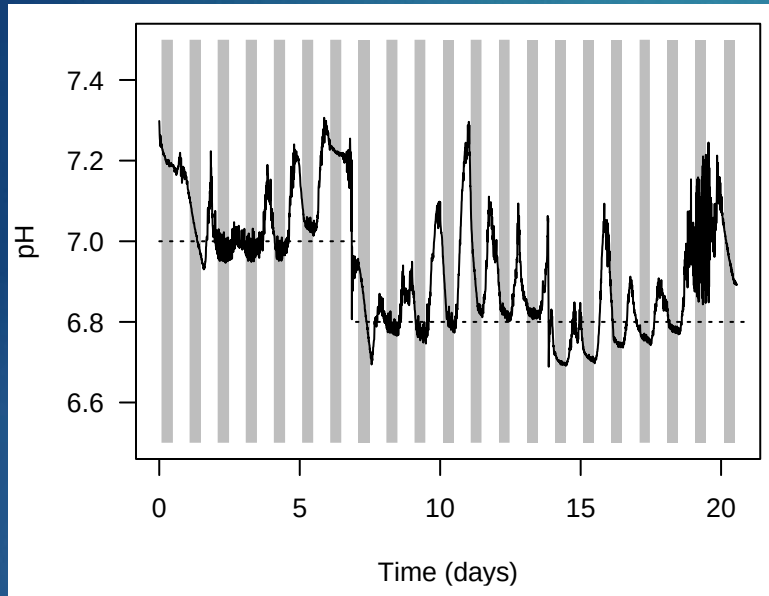
Pulgarin, Kapeller, Tarik, Egloff, Mariotto, Ludwig & Refardt. Cultivation of microalgae at high-density with pretreated liquid digestate as a nitrogen source: fate of nitrogen and improvements on growth limitations. *J Clean Prod.* In press.

Die Verwendung von Gärgut bedingt ein paar zusätzliche Anpassungen

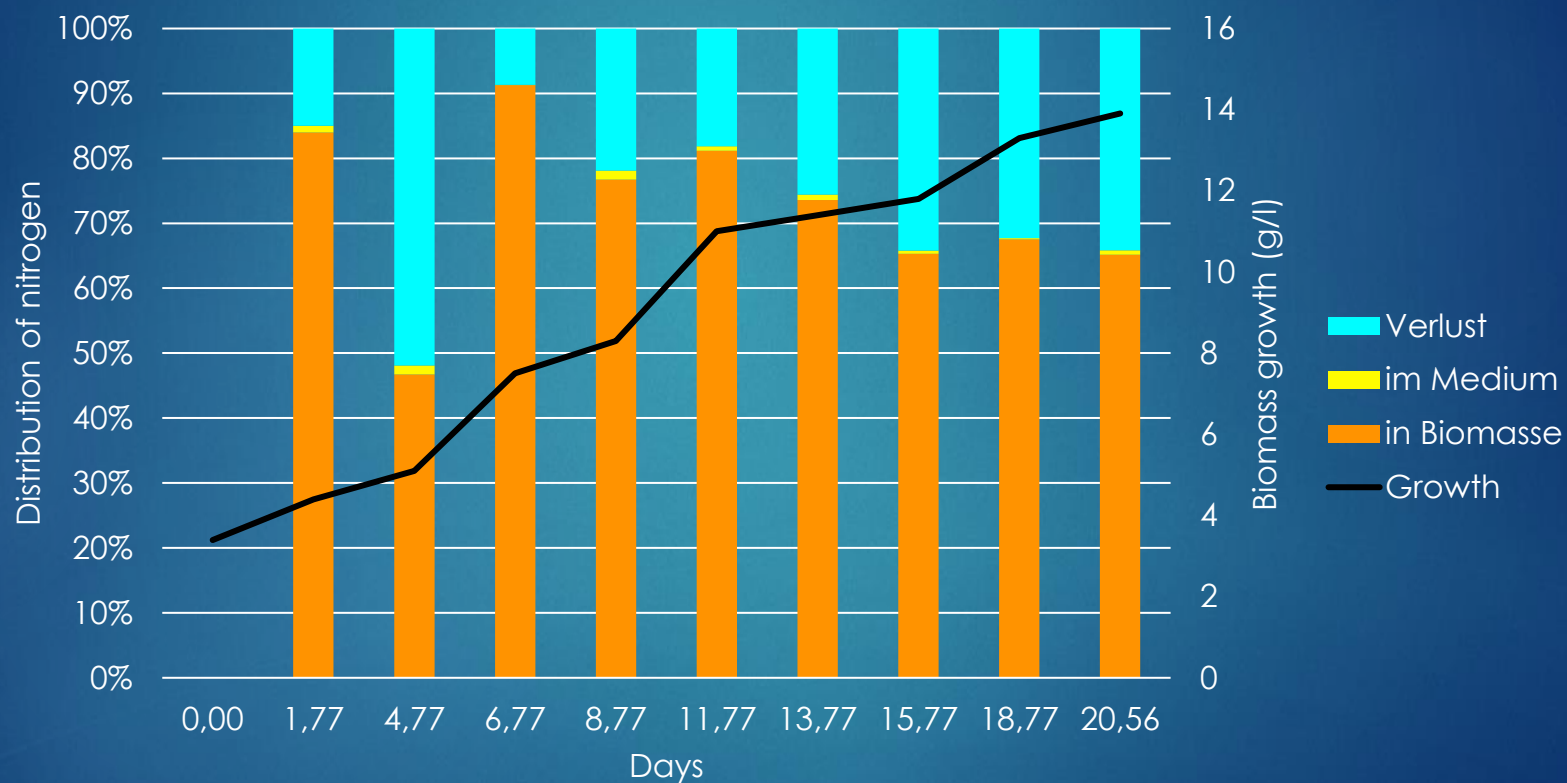
- ▶ kontinuierliche Zuführung des Gärgutes, damit die Konzentration von NH_4^+ im Medium tief bleibt.
- ▶ Automatisierte Kontrolle des pH mit NaOH-Zudosierung.
- ▶ Restliche Nährstoffe als mineralischer Dünger.
- ▶ CHN-Analyse der Biomasse für Stickstoffbilanz



Gärgut als Stickstofflieferant erlaubt stabiles Wachstum



Ein beträchtlicher Teil des Stickstoffs geht jedoch verloren



Ein grosses Dankeschön geht an

- ▶ Sophia Egloff
- ▶ Marina Mariotto
- ▶ Yaiza Tejido
- ▶ Adrian Pulgarin
- ▶ Luca Michel



BIOMAT

BIO-BASED MATERIALS VALUE CHAIN



COST

EUROPEAN COOPERATION
IN SCIENCE AND TECHNOLOGY

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!