



**ASUE**

Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und  
umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

# **Einzeller – Die natürliche Alternative für Energie- und Wasserwirtschaft?**

GAT|WAT 2019 in Köln: Innovation Day

Thomas Wencker

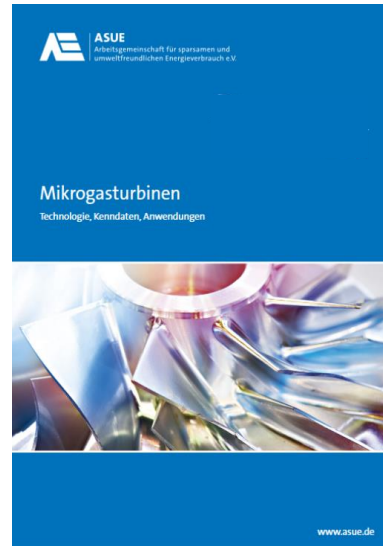
Referent für Effiziente Energiesysteme und Erneuerbare Gase

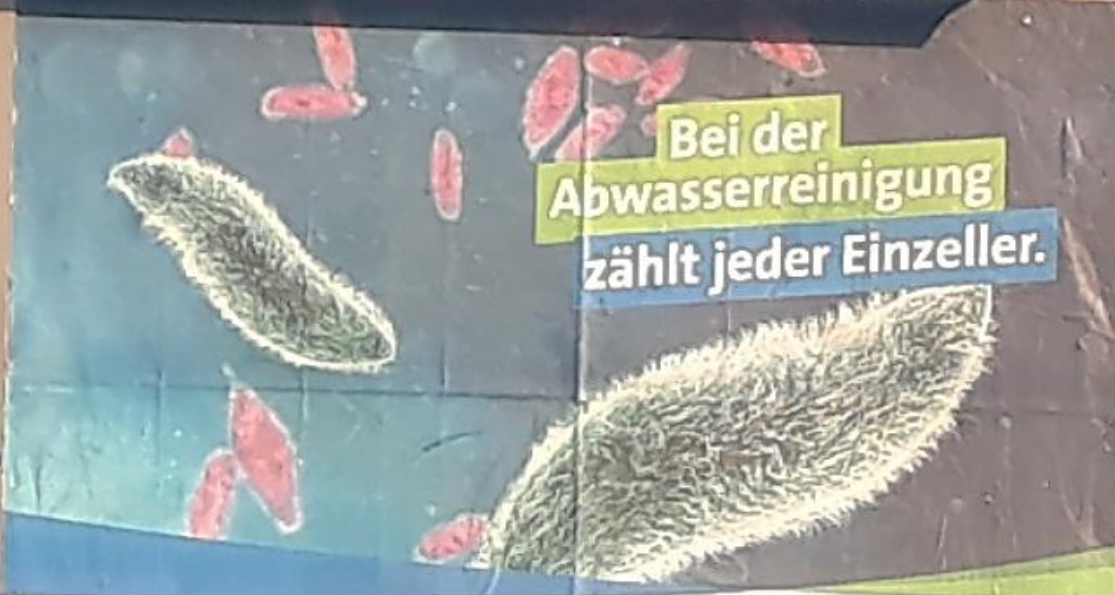
# Agenda

1. Einzeller – eine Einordnung
2. Einzeller in der Anwendung
3. Weiterführende Anwendungen von Einzellern
4. Zusammenfassung und Ausblick



- Ca. 50 Mitglieder (Stadtwerke, Technologiehersteller, Gasversorger)
- Technische valide Information über effiziente Gastechnik





Bei der  
Abwasserreinigung  
zählt jeder Einzeller.

Für den Abwasserreinigung kommt es auf jeden Detail an.  
Guttes Wachstum bedingt sich auf die konstante Sättigung und  
Temperaturfunktoren und anderen Faktoren.

[berlinerwasser.de](http://berlinerwasser.de)



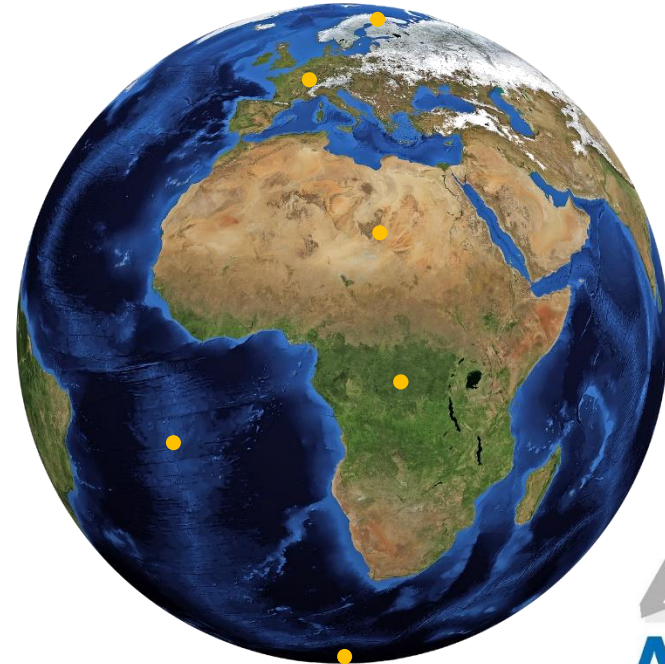
**Berliner  
Wasserbetriebe**

*Ökone und Ökonomie*

Plakatwerbung der Berliner  
Wasserbetriebe. Aufgenommen  
im Bhf. Berlin-Lichtenberg am  
11.09.2019 (Bild: ASUE/Wencker)

Einzeller sind...

- die ältesten irdischen Lebensformen,
- die einfachsten irdischen Lebensformen,
- an praktisch jeden Lebensraum angepasst,
- in vielen 100Tausend Arten vertreten und
- praktisch überall zu finden.



Die Erde (Bild von Arek Socha auf Pixabay)

## Einzellige Familien („Domänen“)

Archaeen	Bakterien	Eukaryoten
Kein Zellkern, freie DNA → Prokaryoten		Zellkern → Eukaryoten
Zellwand: Murienschicht	Zellwand: Doppellipidmembran	
Zellgröße: 1...20 µm		Zellgröße: 10...50 µm

Alle Pflanzen,  
Tiere und Pilze  
sind Eukaryoten.





# Natürliche Einzeller in der Anwendung

Biogasanlage HBFZ Bad Hersfeld (Bild: ASUE)



- Biogas
- Anaerobe Mischkultur
- Biomasseabbau
- $\text{CH}_4$  und  $\text{CO}_2$
- 9.500 Anlagen in D
- 4,8 GW<sub>El,inst</sub>
- 2018: 28,8 TWh<sub>El</sub>

Bioethanolanlage (Bild von Yves Bernardi auf Pixabay)



- Bioethanol
- Hefe-Reinkultur
- Zucker aus Rübe, Rohr, Kartoffeln, Getreide etc.
- Ethanol (EtOH)
- 14 Anlagen in D
- 2018: > 600.00 t<sub>EtOH</sub>

Abwasserbehandlung (Bild von Franz W. auf Pixabay)



- Klärtechnik
- Aerobe und Anaerobe Mischkultur
- Biomasseabbau
- $\text{CH}_4$

# Einzeller in der Anwendung - Auswahl

	Produkte	Methode
Pharmabranche	APIs, Antibiotika, Vitamine uvm.	Reinkulturen in hochwertigen Bioreaktoren und Fermentern
Lebensmittelbranche	Joghurt, Salami, Brot, Bier uvm.	Reinkulturen in hochwertigen oder einfachen Behältern
Bioenergie	Bioethanol	Reinkulturen in hochwertigen Behältern
	Biogas	Natürliche, unreine anaerobe Mischkultur
Abwasserbehandlung	Biogas, Stickstoff, sauberes Wasser	Natürliche, unreine anaerobe und aerobe Mischkulturen



Wasserwirtschaft



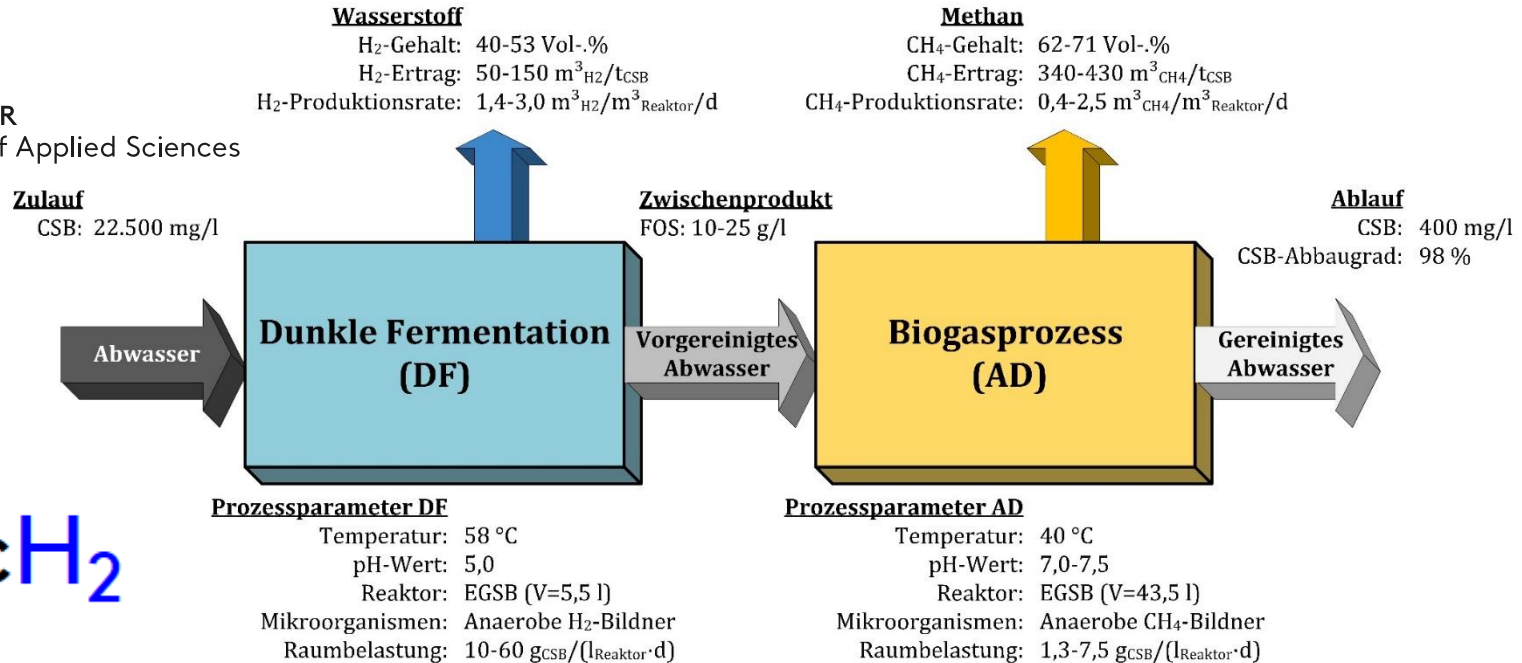
Energiewirtschaft







**FH MÜNSTER**  
University of Applied Sciences

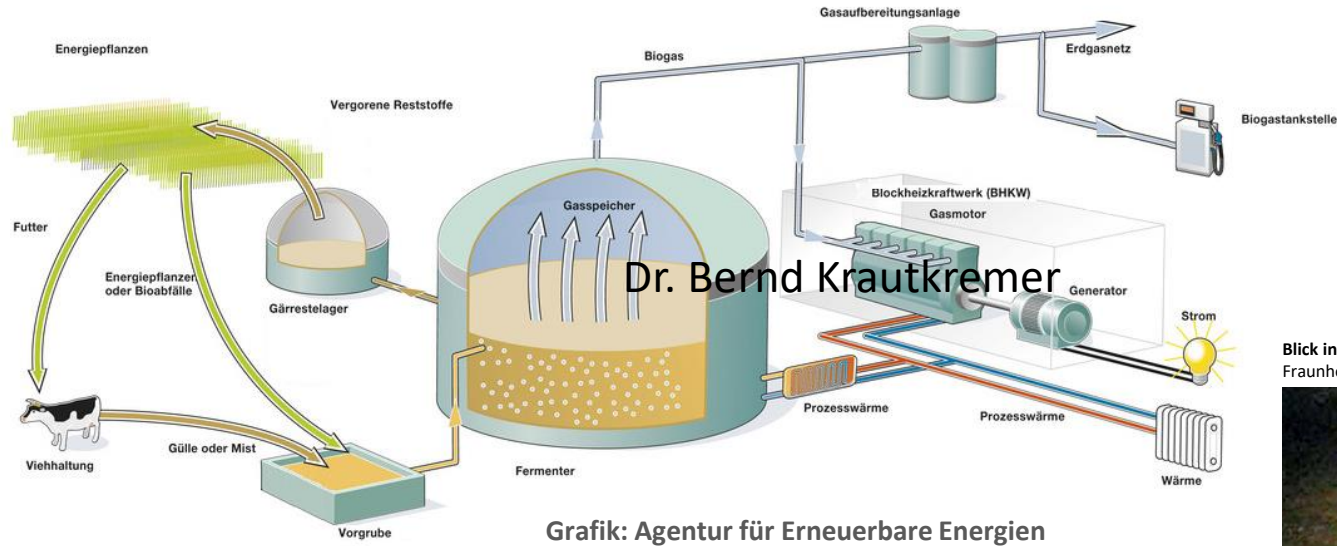


## BioTechH<sub>2</sub>

Die Untersuchungsreihen wurden durch das Interreg VA Projekt BioTech<sub>2</sub> ermöglicht.  
 Webseite zum Projekt: [www.biohydrogen.eu](http://www.biohydrogen.eu)

Literatur-Hinweis zur Erzeugung v. Bio-H<sub>2</sub>:  
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.07.140>

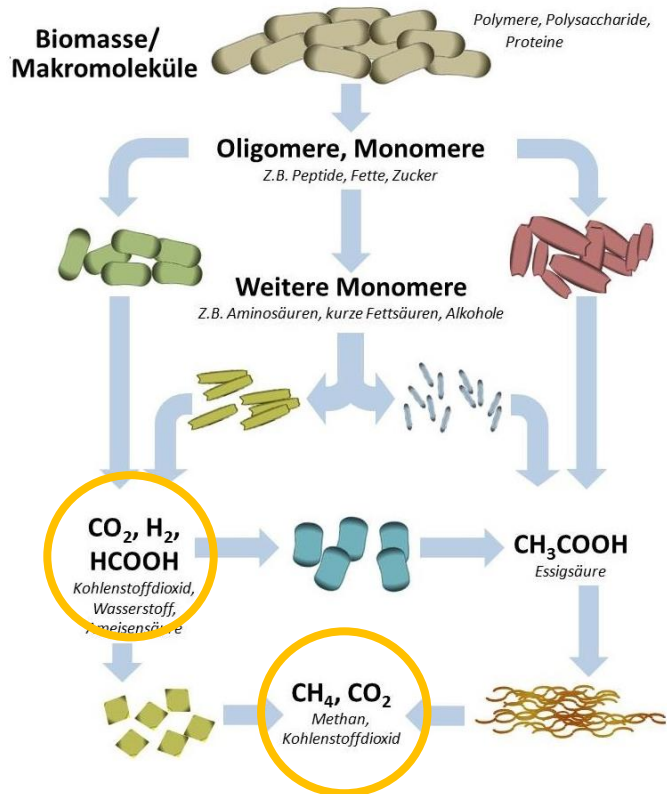
# Der Biogasprozess



Blick in Biogas-Fermenter (Bild: Dr. Bernd Krautkremer, Fraunhofer IEE)



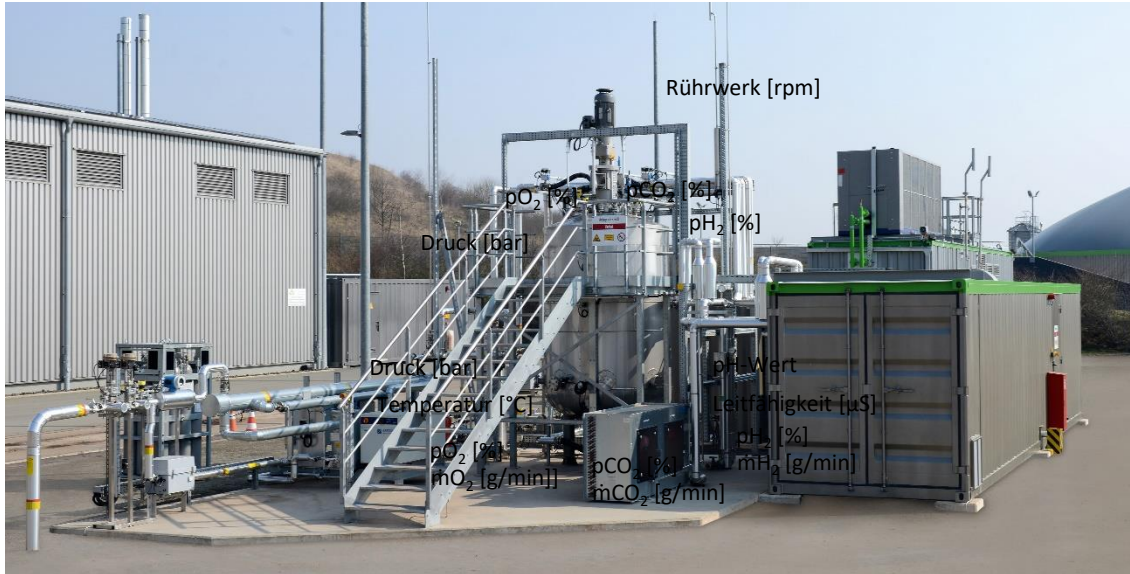
# Biogas: Die „Blackbox“ aus Kuhmagen, Moor und Schlamm



- Biomasse wird in 4 Prozessschritten von verschiedenen Einzellerarten abgebaut.
- In der Natur laufen alle Teilprozesse parallel und stabil, aber langsam.
- Die einzelnen Spezies leben meist abseits ihres jeweiligen Optimums.
- Optimierungsansätze:
  - Trennung unterschiedlicher Prozesse
  - Selektion und Reinkultur einzelner Spezies



# Beispiel biologische Methanisierung

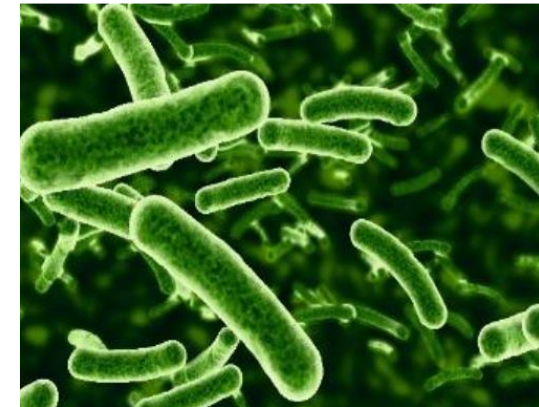


microbEnergy

VISSMANN GROUP



PREIS DER DEUTSCHEN  
GASWIRTSCHAFT FÜR  
**INNOVATION & KLIMASCHUTZ**  
2016



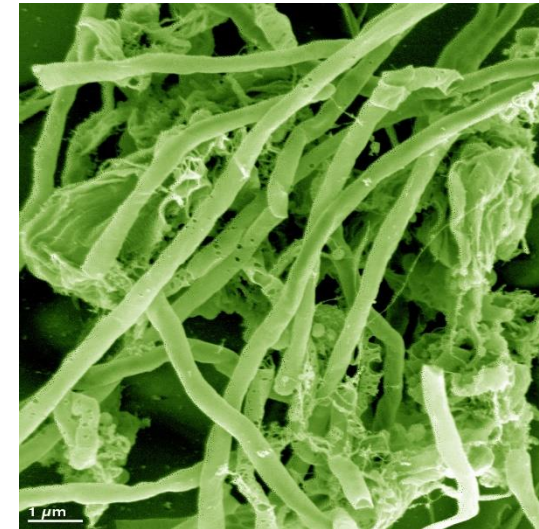
- Nutzung von Roh-Biogas
- Reinkultur methanogener Archaeen
- $60 \text{ Nm}^3_{\text{CH}_4}/(\text{d} \cdot \text{m}^3_{\text{Reaktor}})$
- CH<sub>4</sub>-Level > 98 %



## Beispiel biologische Methanisierung: Electrochaea



Methanogene Bakterien (Bild: Prof. Andreas Klingl)

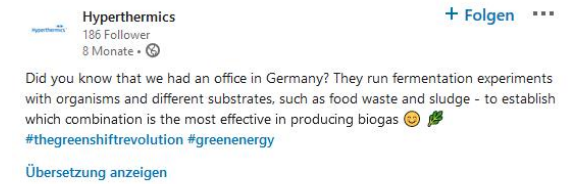


- Nutzung von Abgas-CO<sub>2</sub> und PtG-Wasserstoff
- Eigener Stamm von *Methanothermobacter thermautotrophicus*
- Projekte in USA, DK, CH und D

# Beispiel biologische Methanisierung: Hyperthermics



- Vor-Vergärung komplexer & schwieriger Biomasse
- Hyperthermophile Archaeen, gleichzeitige Hygienisierung
- Projekt in Norwegen
- F&E in Regensburg





# Beispiel biologische Methanisierung: RAG Austria

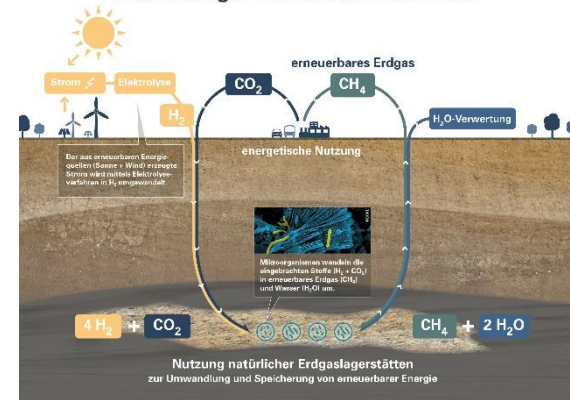


**INNOVATIONSPREIS** 2018  
**DER DEUTSCHEN GASWIRTSCHAFT**

**PLATZ 3 IN DER KATEGORIE**  
**FORSCHUNG & ENTWICKLUNG**

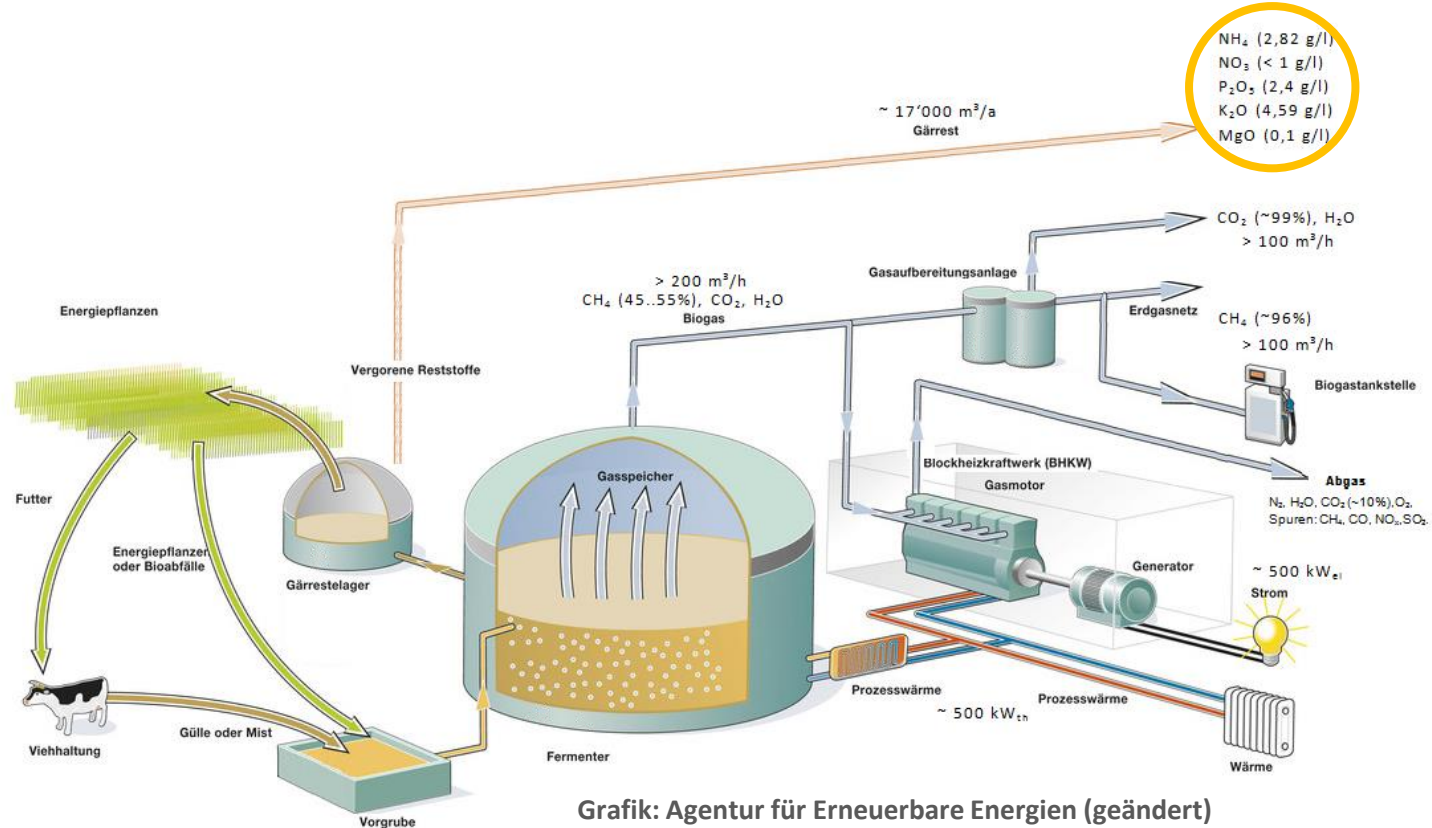
**RAG Austria AG**

## Nachhaltiger Kohlenstoff-Kreislauf



- Unterirdische Umwandlung von Abgas-CO<sub>2</sub> und PtG-Wasserstoff
- Projekt in A-Pilsbach
- Natürliche Archaeen

# Der Biogasprozess: Weitere Nutzungsoptionen

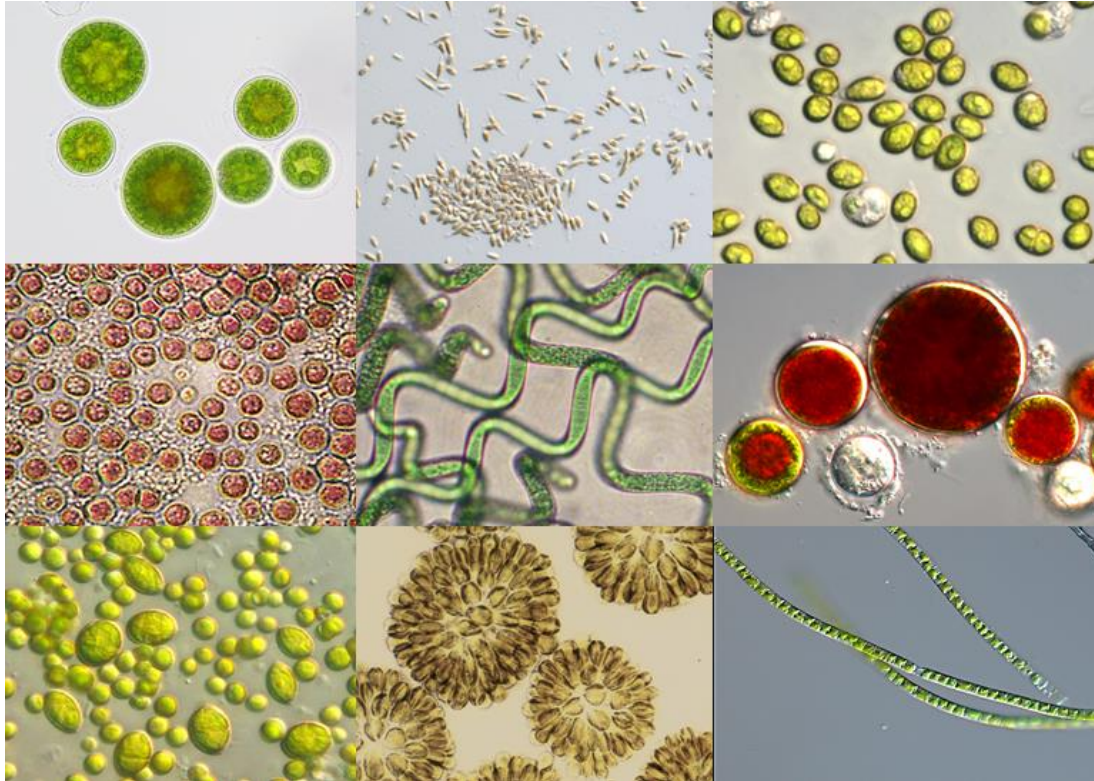


Grafik: Agentur für Erneuerbare Energien (geändert)



# Photosynthetisch aktive Einzeller: Mikroalgen und Cyanobakterien

Mikroalgen Vielfalt (Bild: IGV GmbH)



- Fixierung von  $\text{CO}_2$  in Biomasse
- Fixierung von NPK-Nährstoffen in Biomasse
- Produktion von Energierohstoffen:
  - Lipide
  - Wasserstoff
  - EtOH
- Aber: Keine Wirtschaftlichkeit



# Photosynthetisch aktive Einzeller: Mikroalgen und Cyanobakterien

- Technologie vorhanden, aber zu aufwendig für Energiewirtschaft



MUTL-Regenreaktor (Bild: IGV GmbH)



Glasrohr-Photobioreaktor (Bild: IGV GmbH)

# Photosynthetisch aktive Einzeller: Mikroalgen und Cyanobakterien



## GUTEN APPETIT: ALGEN BINDEN CO<sub>2</sub>

Salzwasseralgen können das Klima retten – das meint zumindest Professor Thomas Brück, Chemiker an der Technischen Universität München und Leiter des weltweit einzig-

nächst wandeln die Algen das Kohlendioxid in ein Algenöl um; in einem zweiten Schritt lassen sich aus diesem Öl sogenannte Polyacrylnitrilfasern (PAN-Fasern) herstellen.

- e+M, Heft 3/2019, S. 22
- F&E der TUM
- Salzwasseralgen zur Faserherstellung
- Ziel: Nordafrika

## Zusammenfassung und Ausblick

- Einzeller bieten viele nutzbare Endprodukte.
- Der (natürliche) Wirkungsgrad ist meistens niedrig, denn:

***„Die Natur selektiert auf Überleben, nicht auf Produktivität!“***

*(Prof. Wolfgang Fritsche, Mikrobiologe, Uni Jena)*

- Einzelfallprüfungen erforderlich, da hinreichend leistungsstarke Prozesse vorkommen können.
- Gentechnik global auf dem Vormarsch – D sollte zumindest Mutagenisierung zulassen.



**INNOVATIONSPREIS**  
DER DEUTSCHEN  
GASWIRTSCHAFT

INFORMIEREN  
SIE SICH  
JETZT!

Preisverleihung 2020

erdgas 

TECHNIK  
EFFIZIENZ  
INNOVATION

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



**ASUE**

Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und  
umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

[www.asue.de](http://www.asue.de)



[wencker@asue.de](mailto:wencker@asue.de)