



## ÖBIKA – Biochar-Day

# Vergaserkohle und Aktivkohle: Systematische physikalisch-chemische Charakterisierung und Einfluss auf die Biogasproduktion

Margreiter Christian MSc.<sup>a,b\*</sup>

<sup>a</sup>Department of Microbiology, Universität Innsbruck

<sup>b</sup>Josef Ressel Center for the Production of Activated Carbon from Municipal Residues, MCI Innsbruck,

\*christian.margreiter@student.uibk.ac.at

Christian.Margreiter@mci.edu

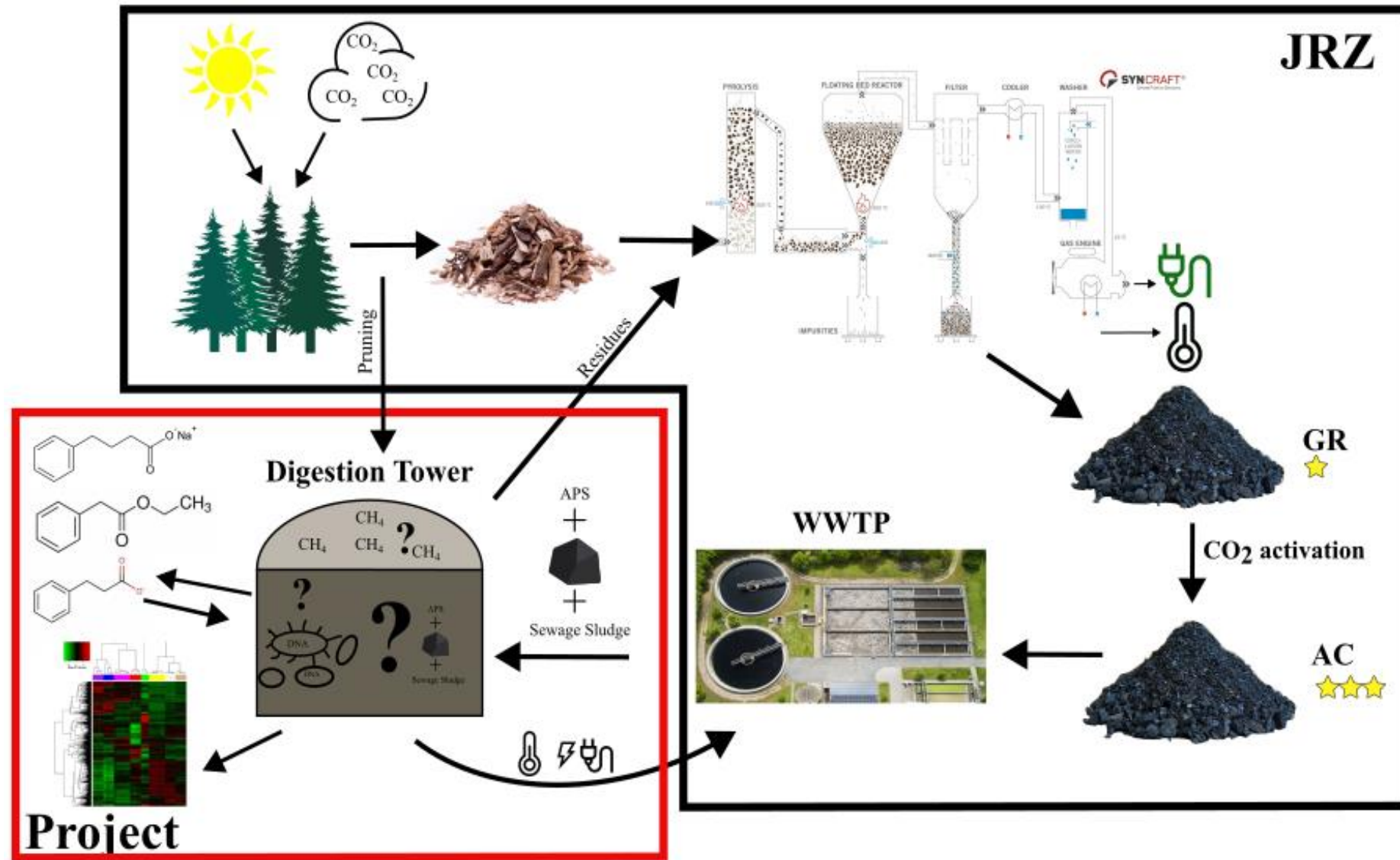


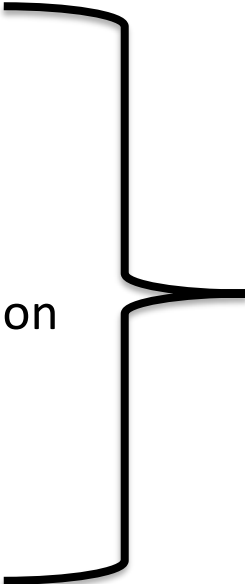
Josef Ressel Zentrum für die Produktion von  
Pulveraktivkohle aus kommunalen Reststoffen



## JOSEF RESSEL ZENTRUM FÜR DIE PRODUKTION VON PULVERAKTIVKOHLE AUS KOMMUNALEN RESTSTOFFEN

- **Leitung:** FH-Prof. Dr. techn. Angela Hofmann
- **Partner:**
  - Christian Doppler Forschungsgesellschaft
  - SynCraft Engineering
  - Innsbrucker Kommunalbetriebe AG
  - Stadtwerke Schwaz
  - Gemeindewerken Telfs
- Ziel ist es, Kommunales Altholz energetisch zu nutzen und die als Nebenprodukt anfallende Aktivkohle in Kläranlagen als Adsorbens für die vierte Reinigungsstufe anzuwenden



- **Biokohle (Pyrolyse):**
    - Steigerung der CH<sub>4</sub>-Produktion
    - Förderung der Biofilmbildung
    - Erhöhung der Pufferkapazität
    - Reduktion der Ammoniuminhibition
  - **Aktivkohle:**
    - Adsorption von Hemmstoffen
  - **Vergaserkohle:**
    - Aktuell keine Studien
- 
- Keine / unzureichende Charakterisierung
  - Fehlende Informationen auf Herstellungsprozess und Ausgangsmaterial

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, verschiedene Arten von Kohle zu charakterisieren und deren Auswirkungen auf die anaerobe Vergärung (AD) zu untersuchen, um ein besseres Verständnis für die Rolle bestimmter Kohleeigenschaften in der AD zu erlangen.

## Biogas

- gasförmiges Produkt der anaeroben mikrobiellen Vergärung von organischem Material
- Zusammensetzung:
  - 50-75%  $\text{CH}_4$
  - 25-50%  $\text{CO}_2$
  - <1%  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$

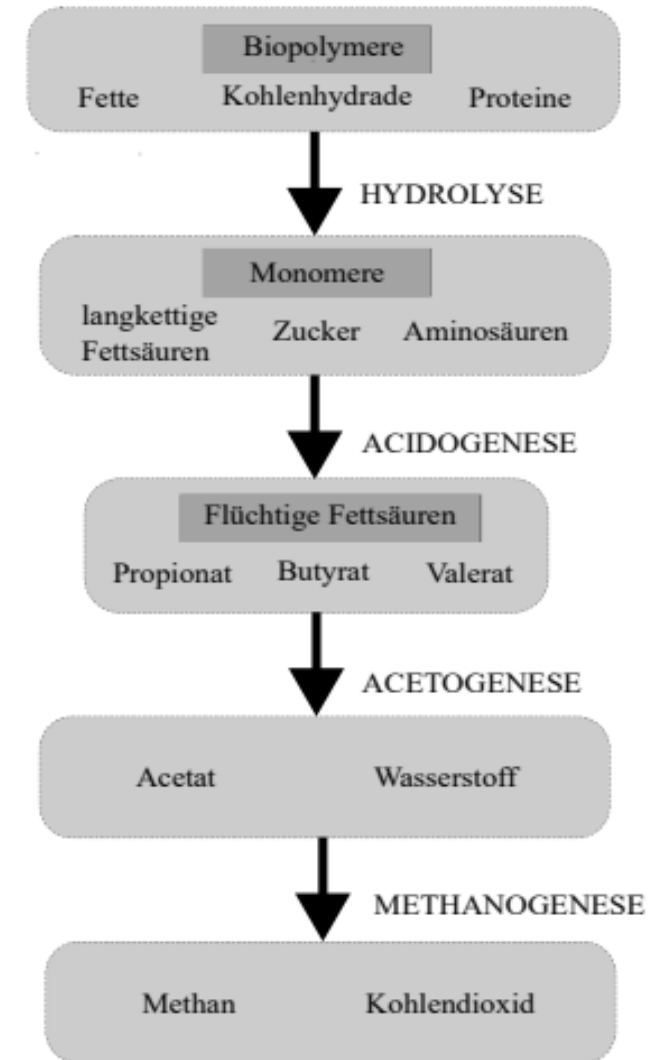


Abb. 1: Vier Stufen der anaeroben Vergärung

- (a) Vergaserkohle (GR)
- Aktivierte Kohle (AC)
  - (b)  $\text{CO}_2$  aktivierte Kohle ( $\text{CO}_2$  AC)
  - (c)  $\text{ZnCl}_2$  aktivierte Kohle ( $\text{ZnCl}_2$  AC)
  - (d) Kommerziell erhältliche Aktivkohle (Com AC)

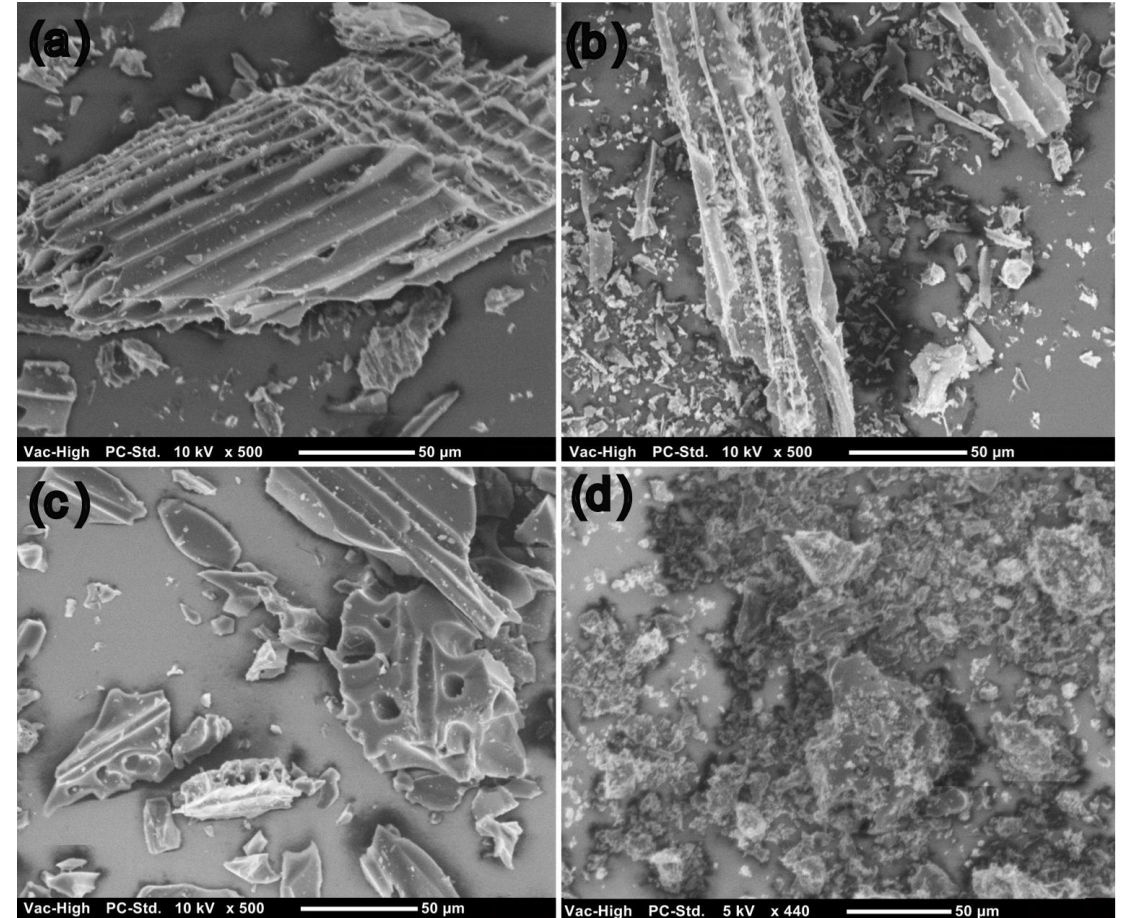


Abb. 3: Elektronenrastermikroskopische Aufnahme der vier verwendeten Kohlen (a-d) bei 500-facher Vergrößerung.



# Material und Methode | Kohle Charakterisierung

- Rasterelektronenmikroskopie
- Physiko-chemische Analyse:
  - pH
  - EC
- Elementaranalyse (OES)
- Thermogravimetrische Analyse (TGA)
- Gasadsorptionsanalyse
- CSB und Ionen-Chromatography des Kohle leachings



Abb. 4: Geräte zur simultanen thermischen Analyse (NETZSCH)



Abb. 5: Gasadsorptionsanalysator für Oberflächen- und Porositätsmessungen (Micromeritics)



# Material und Methode | Batch Versuch

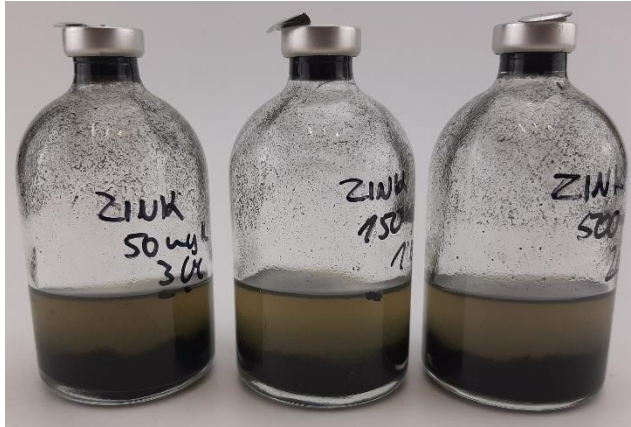
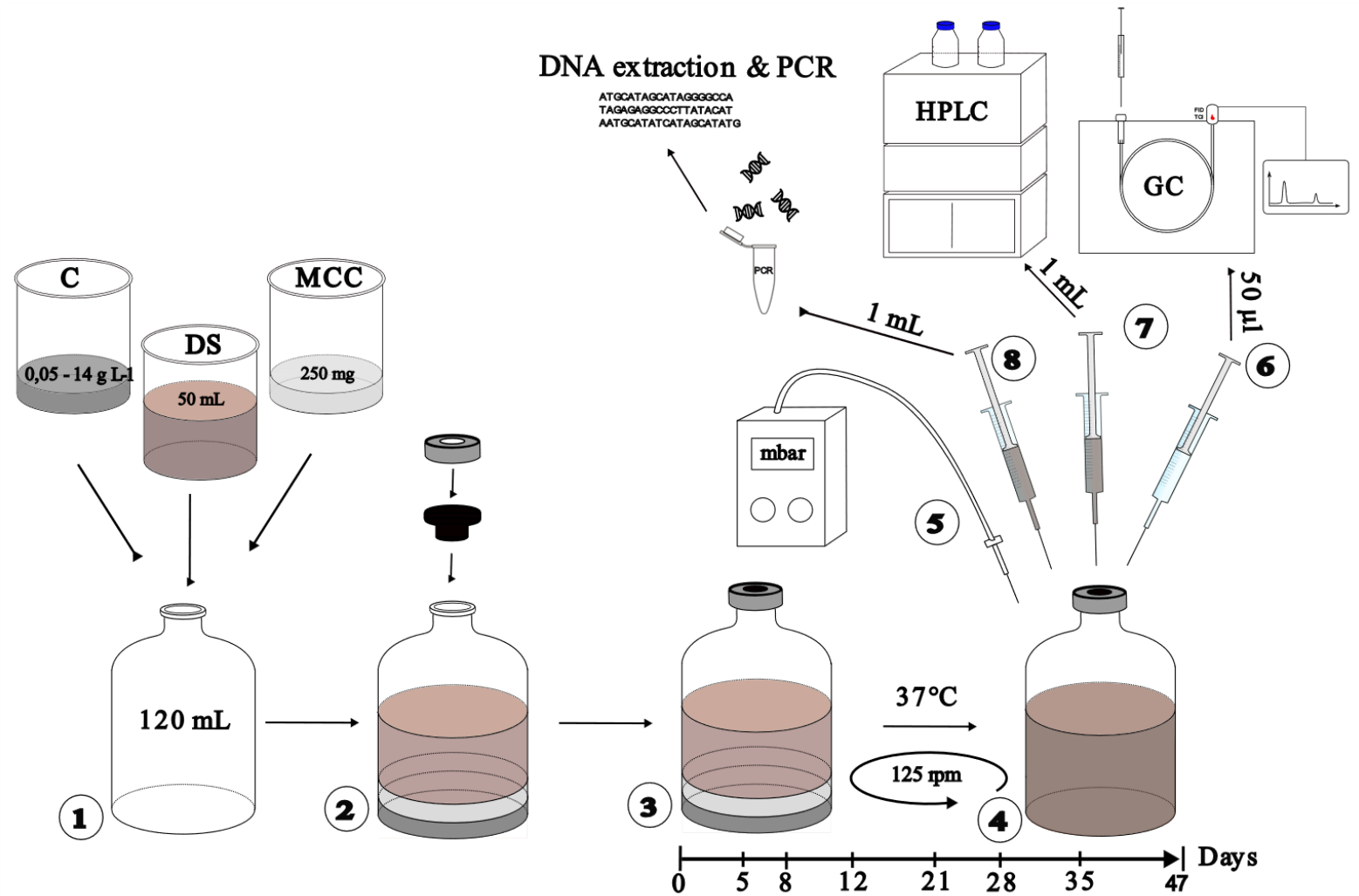


Abb. 6: Schematische Darstellung der Batch-Testmethode zur anaeroben Vergärung mit  
 C = Kohle,  
 DS = Faulschlamm,  
 MCC = mikrokristalline Cellulose,  
 GC = Gaschromatographie,  
 HPLC = Hochleistungsflüssigchromatographie.



# Ergebnisse | Kohle Charakterisierung

Eigenschaften	GR	CO <sub>2</sub> AC	ZnCl <sub>2</sub> AC	Com AC
BET SSA (m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	188.1 ± 14.4	675.3 ± 35.9	1931.8 ± 61.5 ↑	964.3 ± 32.9
Ascheanteil %	9.9 ± 1.7	13.0 ± 0.4	0.0 ± 0.1	16.6 ± 0.0
pH <sub>Kohle</sub>	10.7	12.6 ↑	2.9 ↓	8.6
Elementare Zusammensetzung   mgL <sup>-1</sup>				
Al	2.54	1.79	0.43	11.84 ↑
Fe	1.70	2.50	0.30	7.30
Zn	0.35	0.08	10.80 ↑	0.05
Ca	42.44 ↑	59.39 ↑	0.48	1.86 ↓
K	13.54	27.45	0.24	0.18
Na	0.49	2.39	0.35	0.40
P	2.46	2.17	n.a.	0.63 ↓
Kohle leaching: Anionen [mg/L]   Kationen [mg/L]   CSB [mg/L O <sub>2</sub> ]				
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.33 ± 0.07 ↑	0.00 ± 0.00	n.a.	0.00 ± 0.00
Na	0.15 ± 0.01	0.16 ± 0.01	n.a.	0.07 ± 0.01
K	7.15 ± 0.12	7.19 ± 0.13	n.a.	0.00 ± 0.00
Ca	0.31 ± 0.13	15.72 ± 0.87 ↑	n.a.	0.21 ± 0.44
CSB	25.3	6.9	4.3	7.2

- $\text{pH}_{\text{Reaktor}}$  korreliert mit  $\text{pH}_{\text{Kohle}}$
- Erhöhte Pufferkapazität
  - GR
  - $\text{CO}_2 \text{ AC}$
  - Com AC

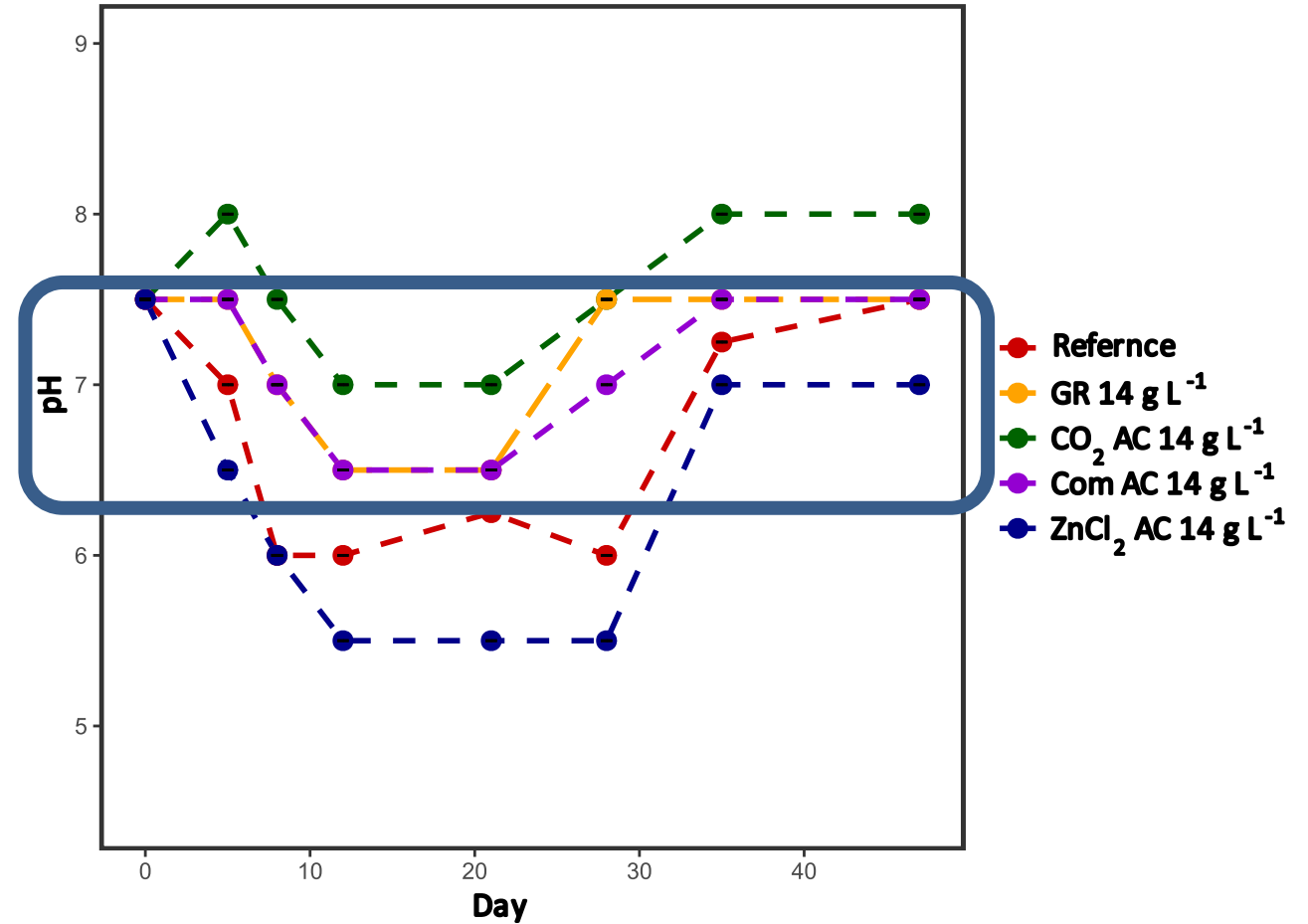


Abb. 13: Der pH-Wert der Batchreaktoren über einen Zeitraum von 47 Tagen bei einer Zugabe von 14 g/L Kohle.

# Ergebnisse | CH<sub>4</sub> Produktion

- Kohlekonzentration  $\leq 1$  g/L kein Effekt
- Kohlekonzentration  $> 1$  g/L Verminderung der kumulativen CH<sub>4</sub> [NmL]:
  - CO<sub>2</sub> AC
  - Com AC
  - ZnCl<sub>2</sub> AC
- GR: Kumulative CH<sub>4</sub> [NmL] steigt mit zunehmender Kohlekonzentration

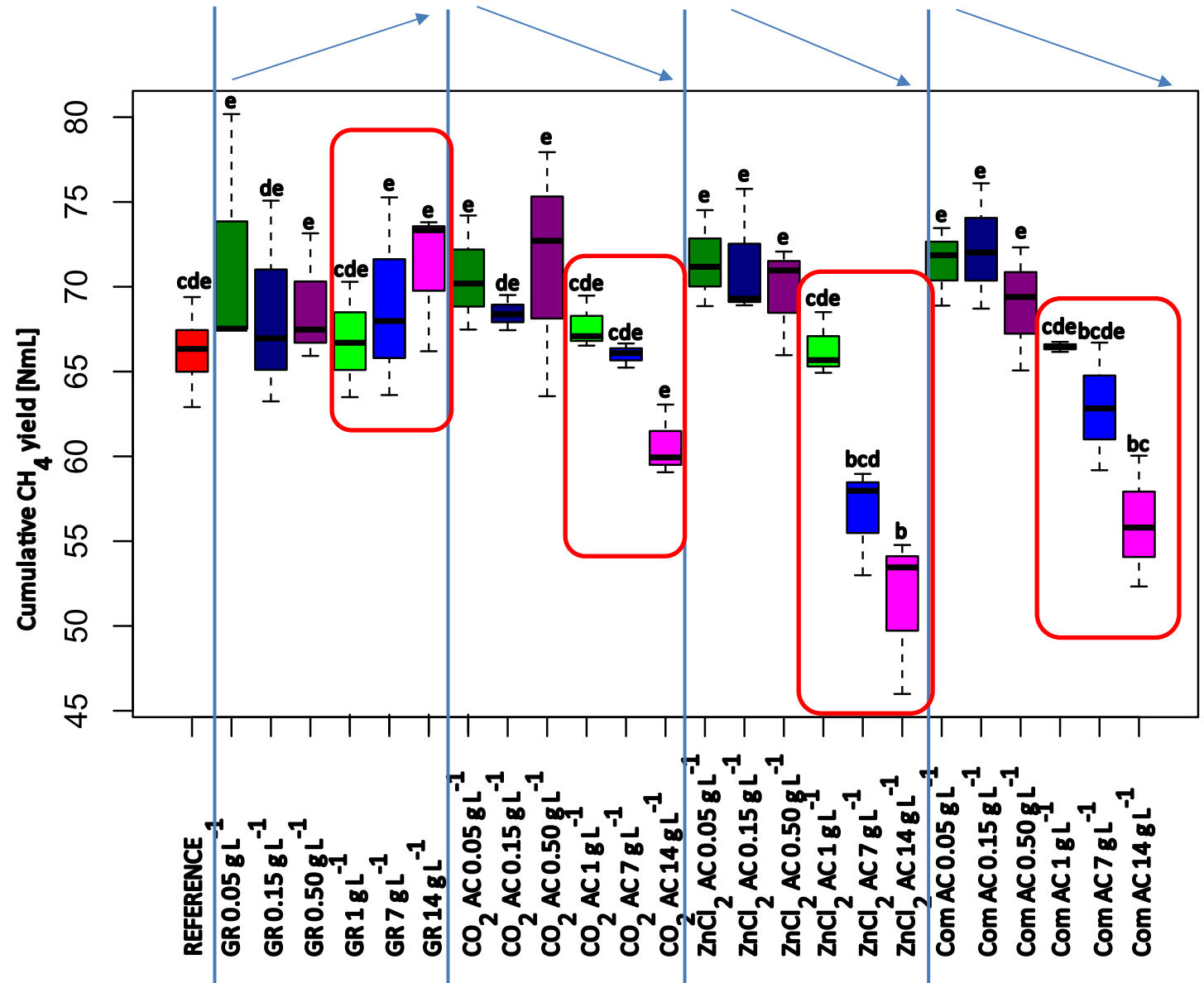


Abb.7: Kumulative CH<sub>4</sub> Produktion der Batchreaktoren, bei denen GR, CO<sub>2</sub> AC, Com AC und ZnCl<sub>2</sub> AC in Konzentrationen von 0.05, 0.15, 0.5, 1, 7 und 14 g L<sup>-1</sup> hinzugefügt wurden. In die Referenz Reaktoren wurde keine Kohle hinzugegeben. Unterschiedliche Buchstaben geben signifikante Unterschiede an.

- Unterschiede Wachstumskinetiken
- Längere Adaptionphase bei steigender Kohle Konzentration :
  - GR
  - CO<sub>2</sub> AC
  - ZnCl<sub>2</sub> AC

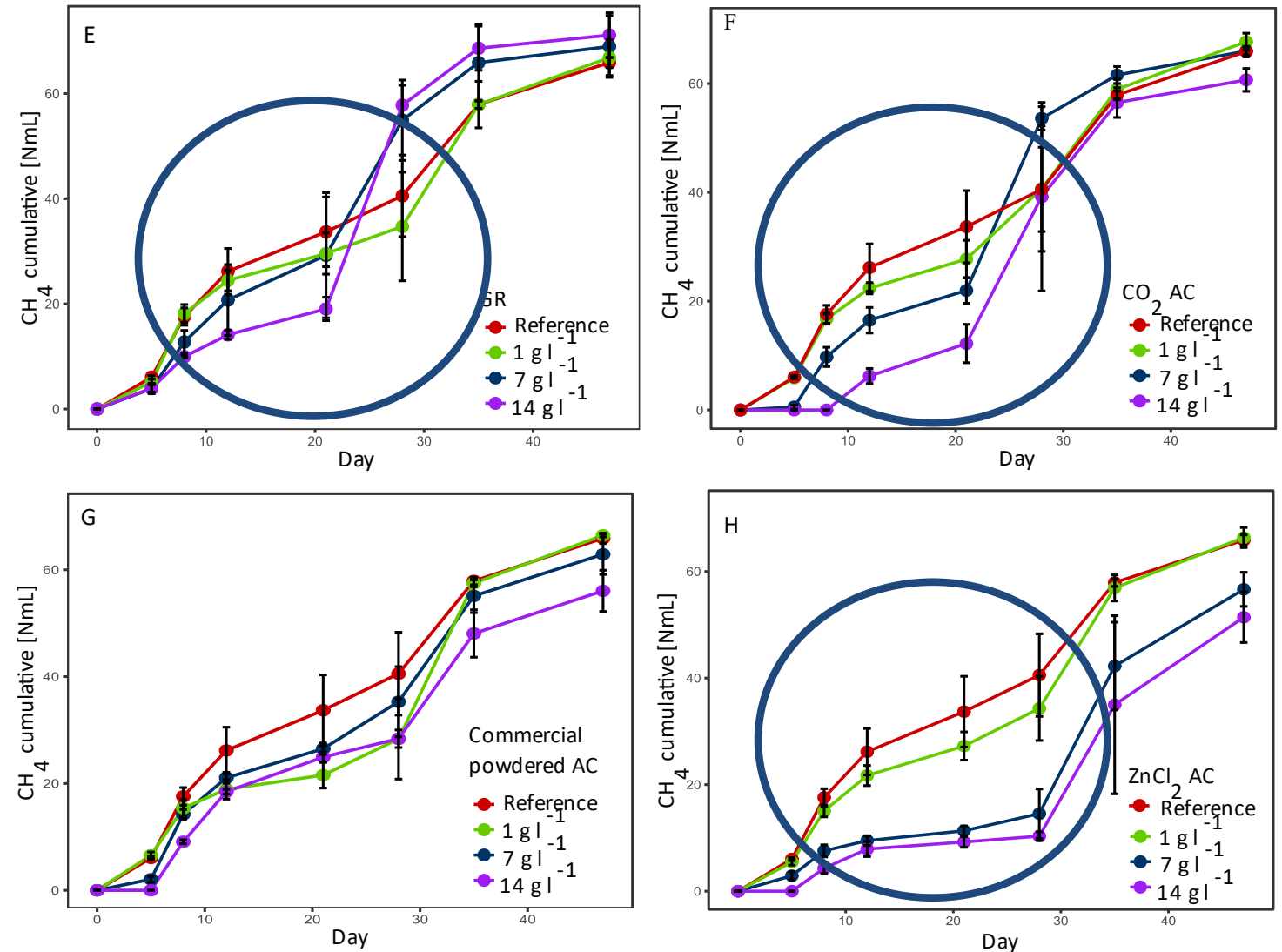


Abb.8: Kumulative CH<sub>4</sub>-Produktion der Batchreaktoren, bei denen GR (E), CO<sub>2</sub> AC (F), Com AC (G) und ZnCl<sub>2</sub> AC (H) in Konzentrationen von 1, 7 und 14 g L<sup>-1</sup> hinzugefügt wurden. In die Referenz-Reaktoren wurde keine Kohle hinzugegeben.

Keine signifikanten Unterschiede in der kumulativen CH<sub>4</sub>-Ausbeute [NmL] bis zu 1 g/L Zugabe von GR und AC.

GR erzielte die höchste kumulative CH<sub>4</sub>-Ausbeute [NmL].

Höhere Zugabemengen von Kohle führten zu unterschiedlichen Kinetiken bei CH<sub>4</sub>-Produktion.

Anaerobe Vergärung ist stark abhängig von Ausgangsmaterial und Herstellungsmethode der jeweiligen Kohle.

- Semi-kontinuierliche Reaktoren
- Adsorption und Desorption von Schadstoffen
- Metagenomische Analysen



Abb.14: Semikontinuierlicher anaerober Reaktor





Josef Ressel Centre for production of powdered  
activated carbon from municipal wood residues

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Christian Margreiter

Publikation und Literatur:



Scan Me

*Acknowledgement: The financial support by the Austrian Federal Ministry of Labour  
and Economy, the National Foundation for Research, Technology and Development  
and the Christian Doppler Research Association is gratefully acknowledged.*



Christian Doppler  
Forschungsgesellschaft