



# Mikrobielle Carbonisierung

Ein alternatives Behandlungsverfahren für  
biogene Rohstoffe

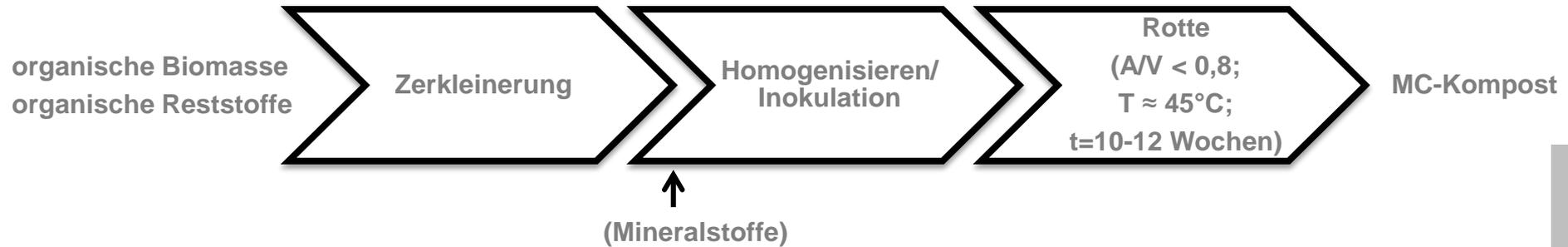
## Mikrobiellen Carbonisierung:

„Umsetzung von organischer Biomasse und biogenen Reststoffen bis hin zu komplexen Huminstoffmolekülen unter Zugabe von ausgewählten Mikroorganismenkulturen.“

Die eingesetzten Bakterien (Bacilli, Proteobacteria, Archaeen) dienen dem enzymatischen Aufschluss der Organik, dem Umbau zu Carbonsäuren (Carboxylierung), der chemoautotrophen CO<sub>2</sub>-Fixierung (reduktiver Citratzyklus, Sulfid-Oxidation) sowie der Komplexbildung (Humifizierung) unter Einbau von Nährstoffen (Amide, Kohlenstoff)

# Vereinfachtes Verfahrensschema mikrobielle Carbonisierung

## Mikroorganismenkulturen



## Eigenschaften der Ausgangssubstrate:

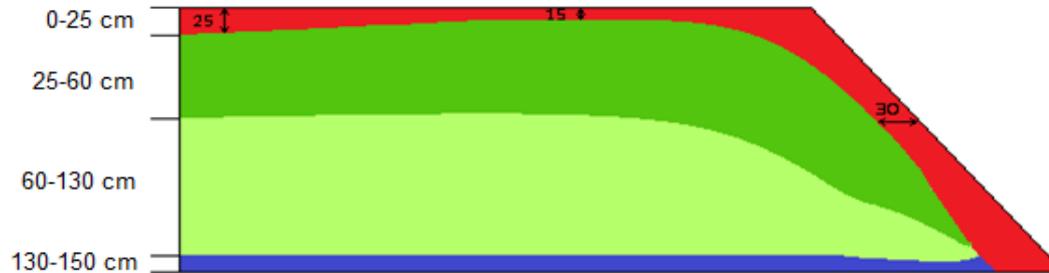
- frische, unverrottete, biogene Rohstoffe
- Mischungsverhältnis strukturstarke/-schwache Substrate 65:35
- Wassergehalt zwischen 40-55 %

## Anforderung an Mietengestalt + Prozessführung:

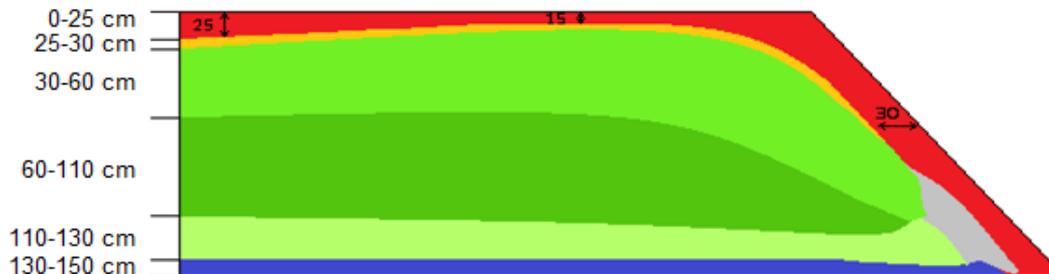
- Tafelmieten von mindestens 1,80 m Höhe mit geringem A/V-Verhältnis (<1,0)
- keine mechanische Umsetzung bzw. aktive Belüftung der Substrate
- Verdichtung der Mietenoberfläche + keine Abdeckung mit Flies & Folie

# Behandlung

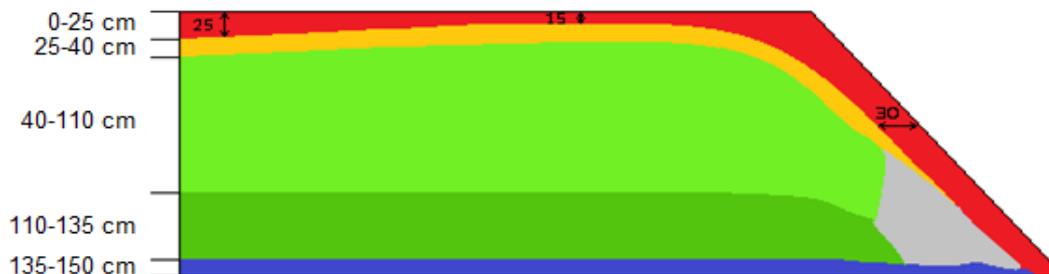
## nach 1 Woche



## nach 3-5 Wochen

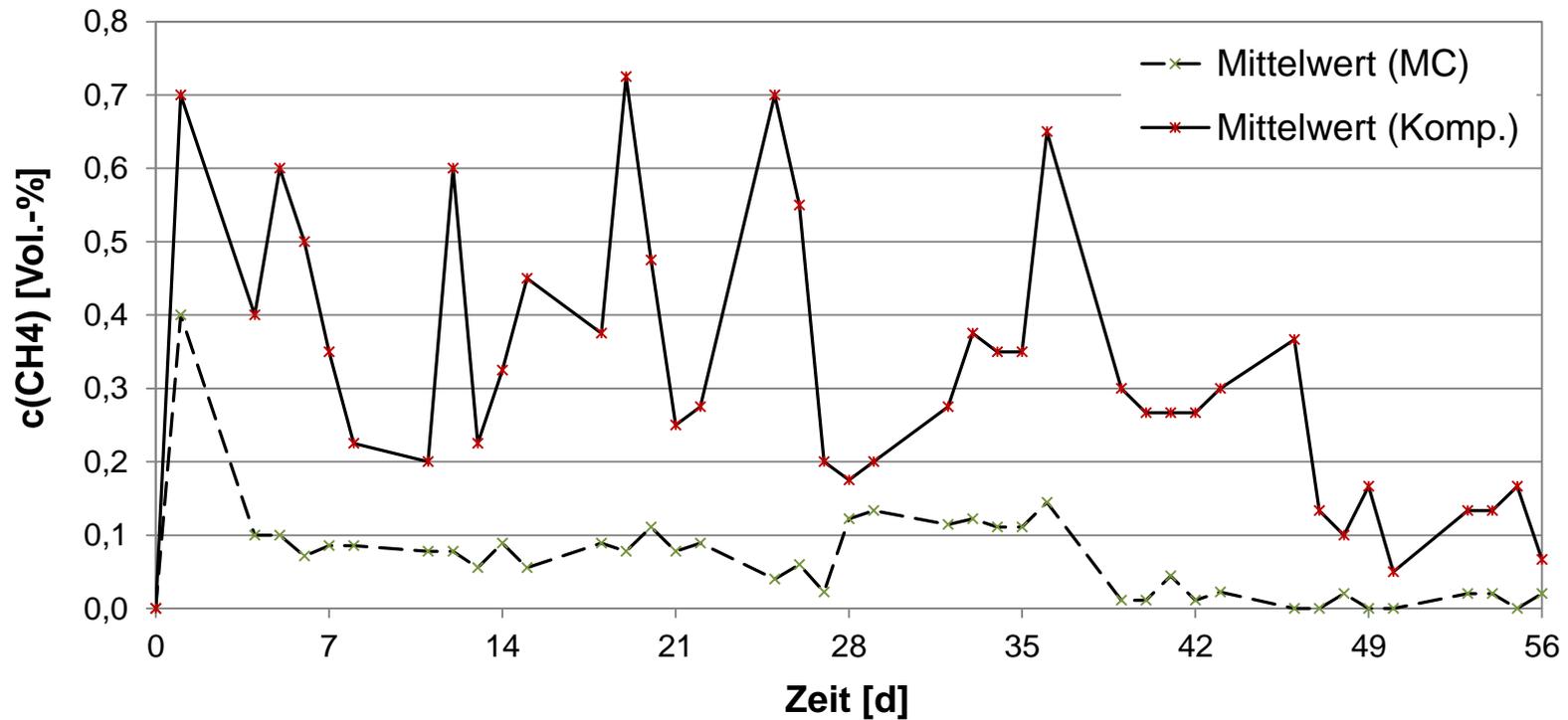


## nach 8 Wochen



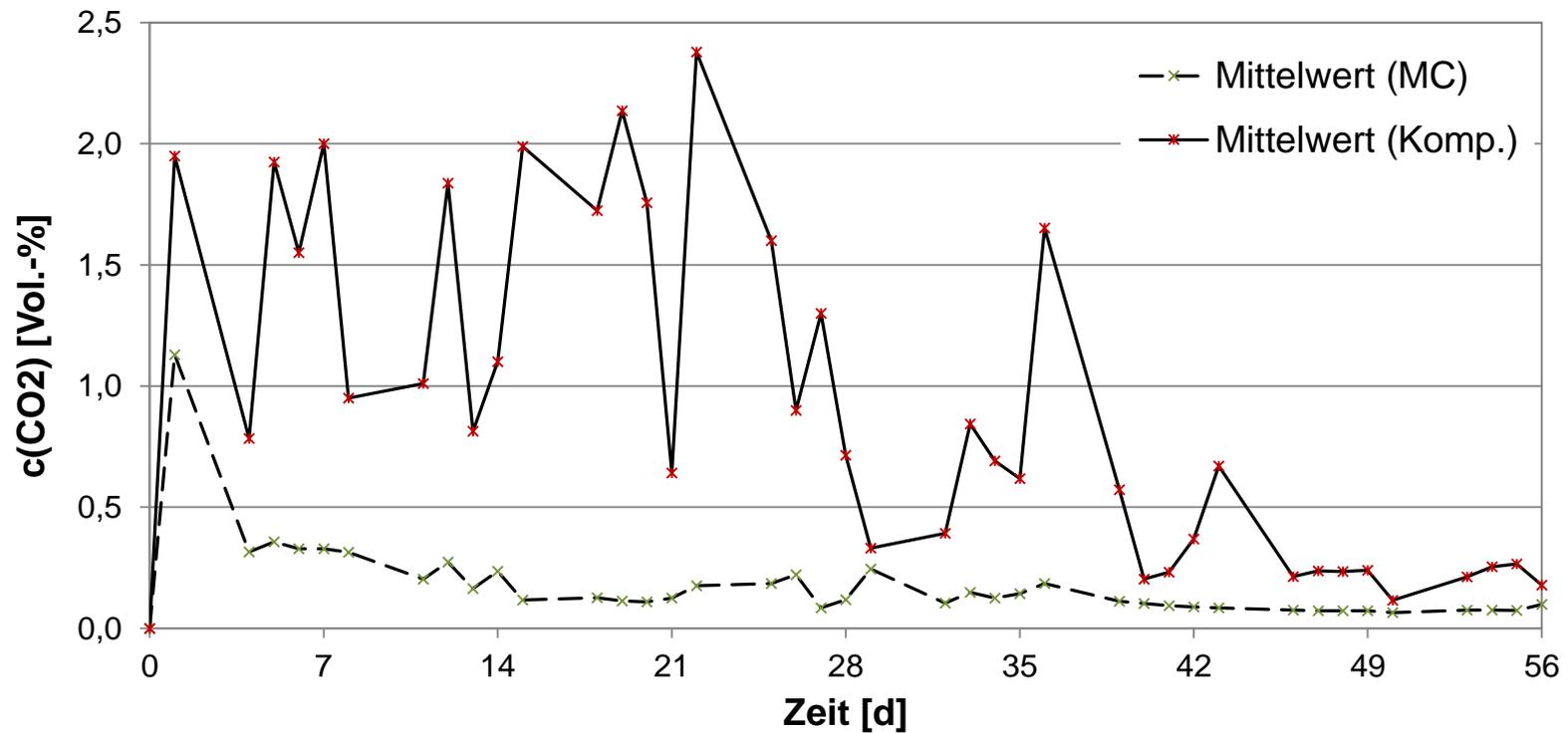
# Kohlenstoffemissionen

## CH<sub>4</sub>-Konzentration über der Miete (emittiert)



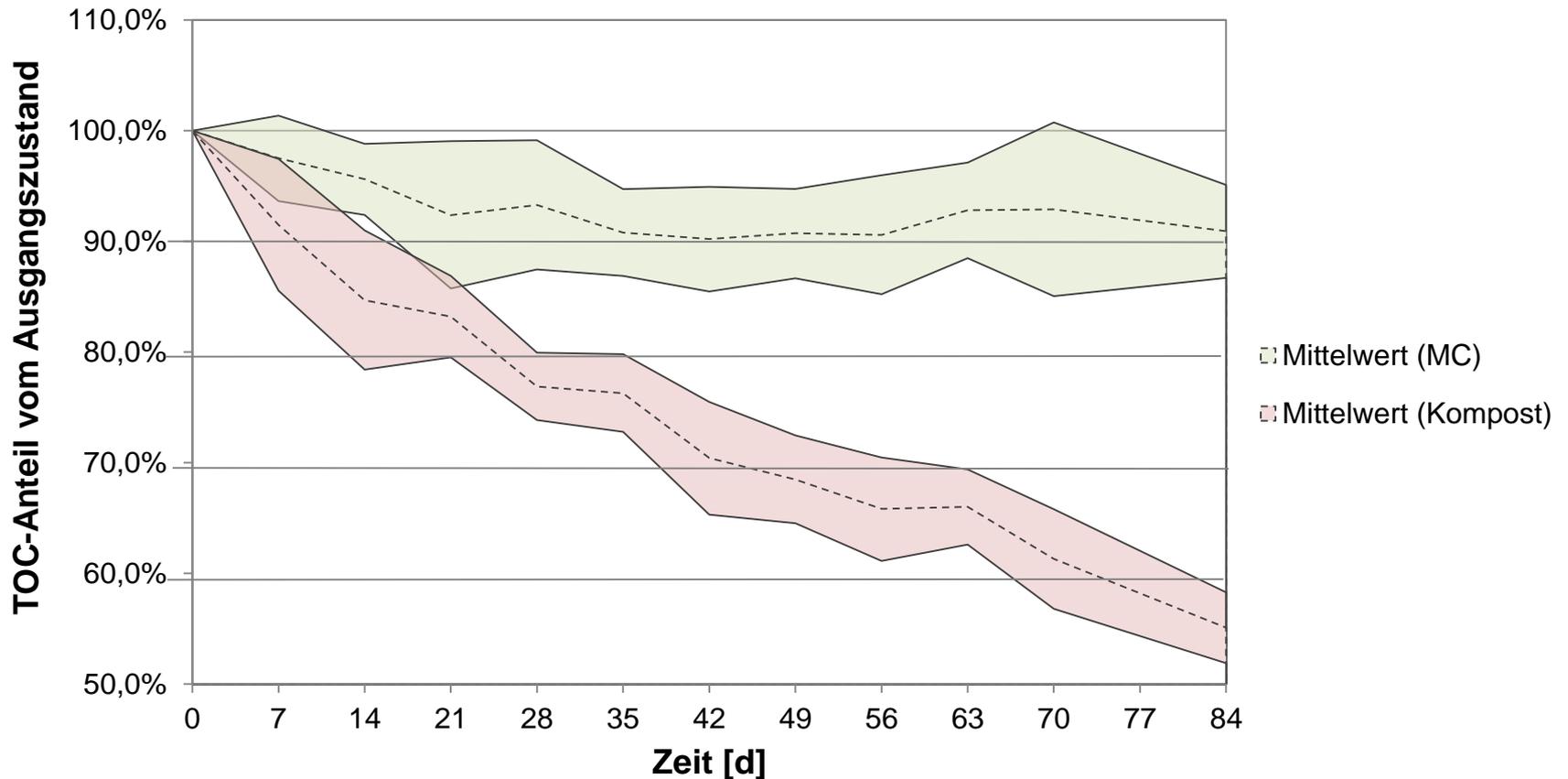
# Kohlenstoffemissionen

## CO<sub>2</sub>-Konzentration über der Miete (emittiert)

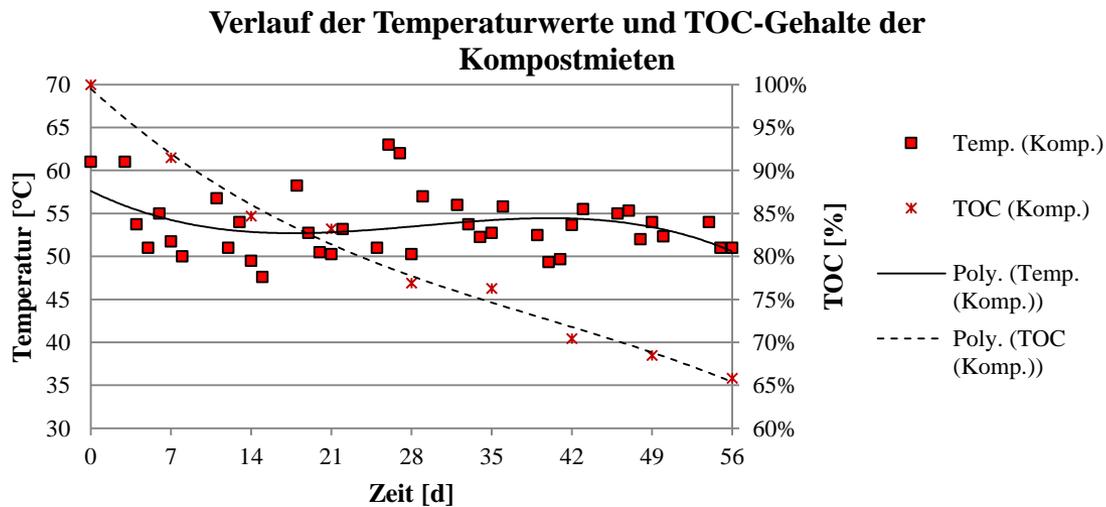
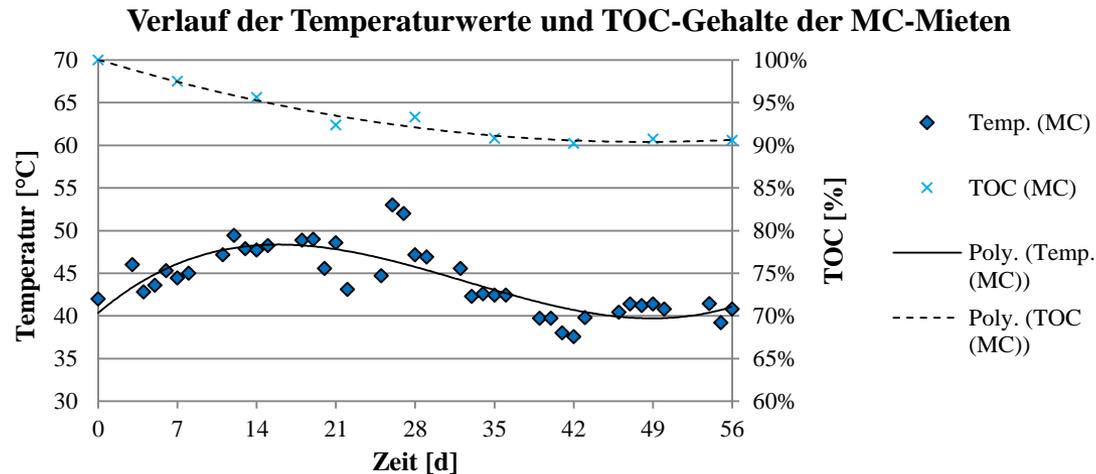


# Kohlenstoffgehalt Substrat

TOC-Verlauf im Mittel der Versuchsreihen ( $\mu$ ,  $\pm\sigma$ )

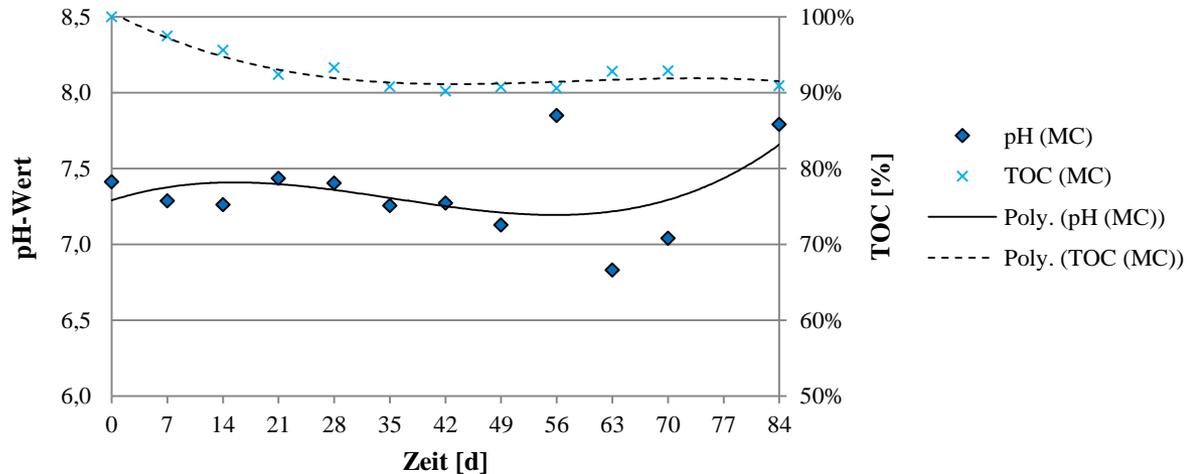


# Kohlenstoffgehalt vs. Temperatur

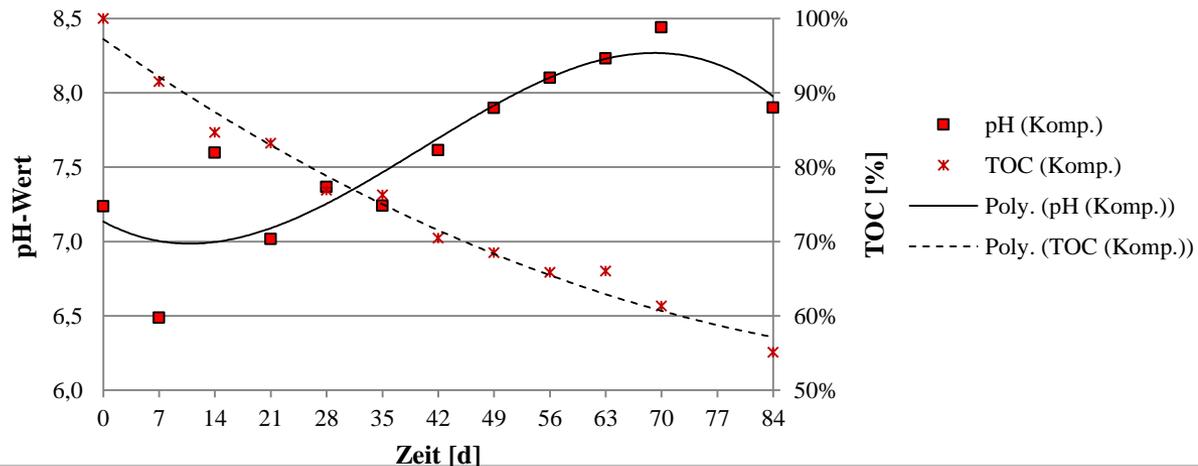


# Kohlenstoffgehalt vs. pH-Wert

Verlauf der pH-Werte und TOC-Gehalte der MC-Mieten

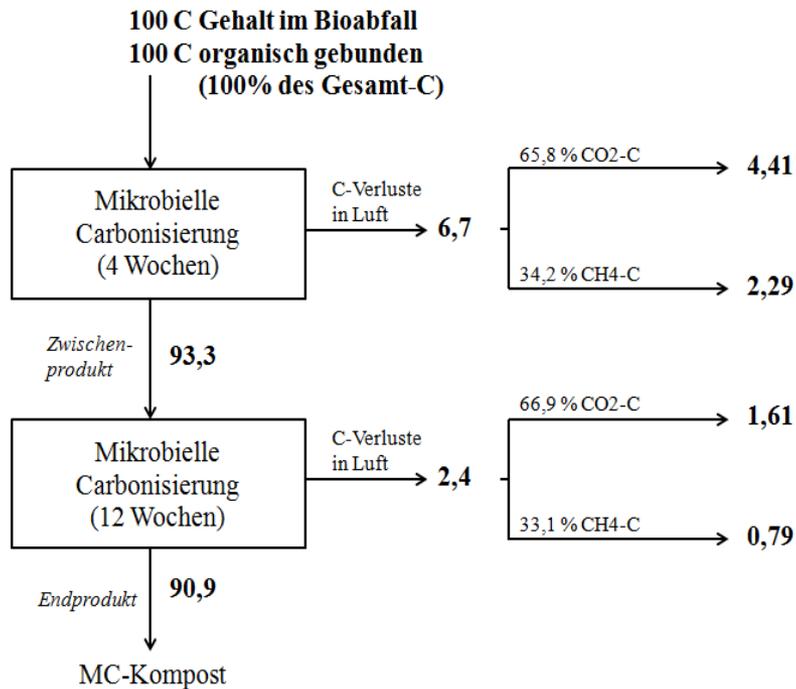


Verlauf der pH-Werte und TOC-Gehalte der Kompostmieten

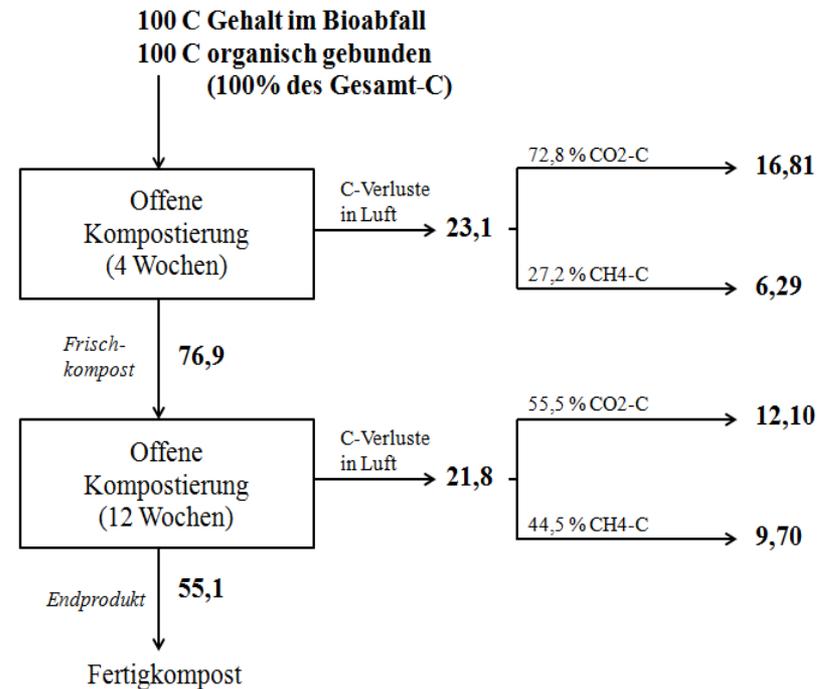


# Kohlenstoffbilanz

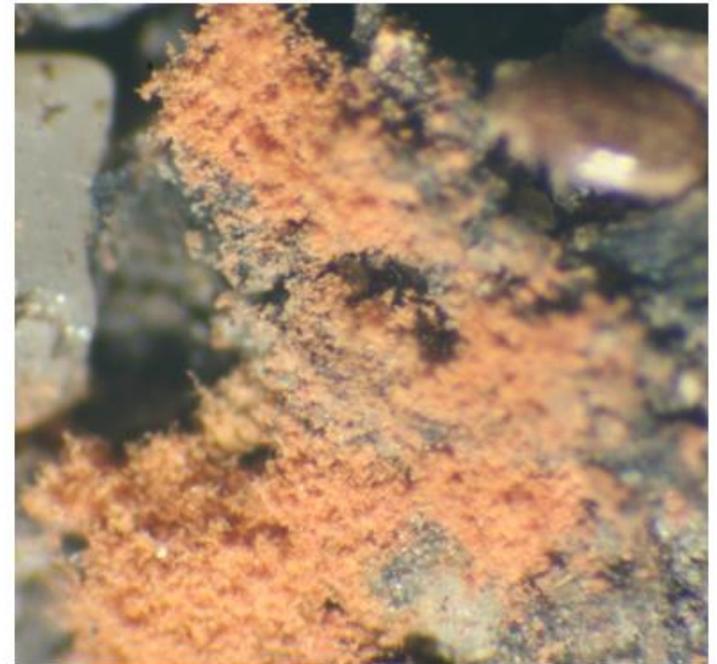
## Mikrobielle Carbonisierung



## konventionelle Kompostierung



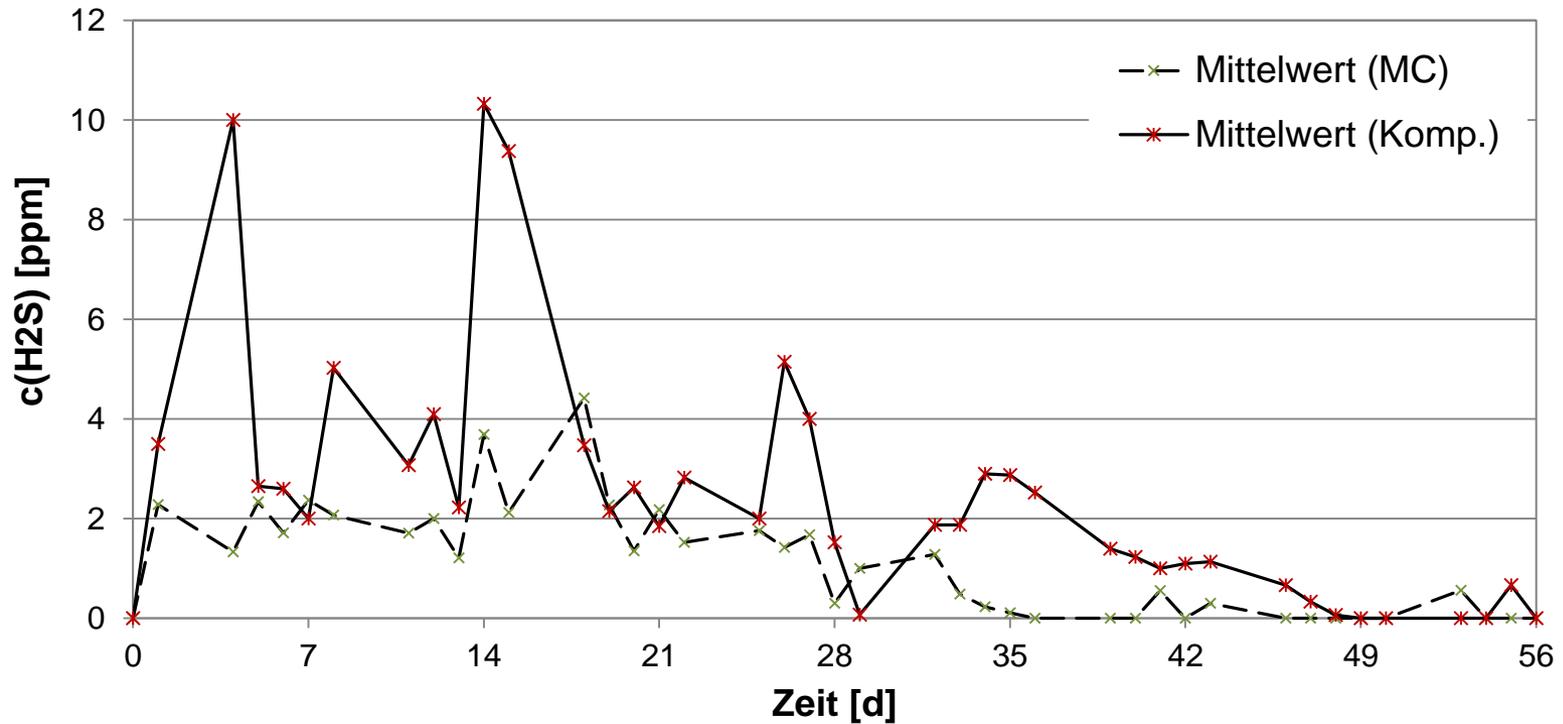
# Sulfidoxidation



Endprodukt Miete 14 (Schwefelschicht) nach 3 Monaten

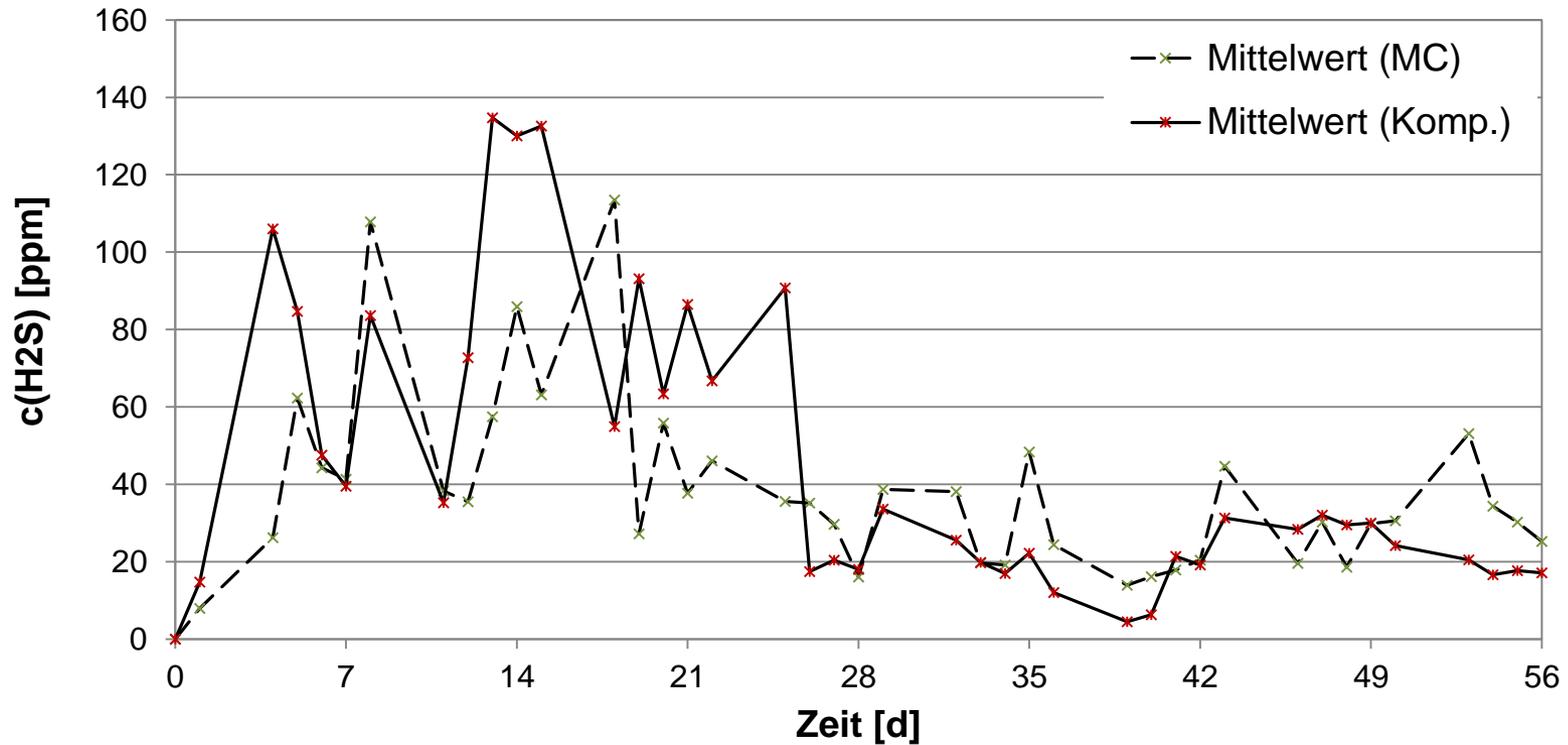
# Schwefelemissionen

## H<sub>2</sub>S-Konzentration über der Miete (emittiert)



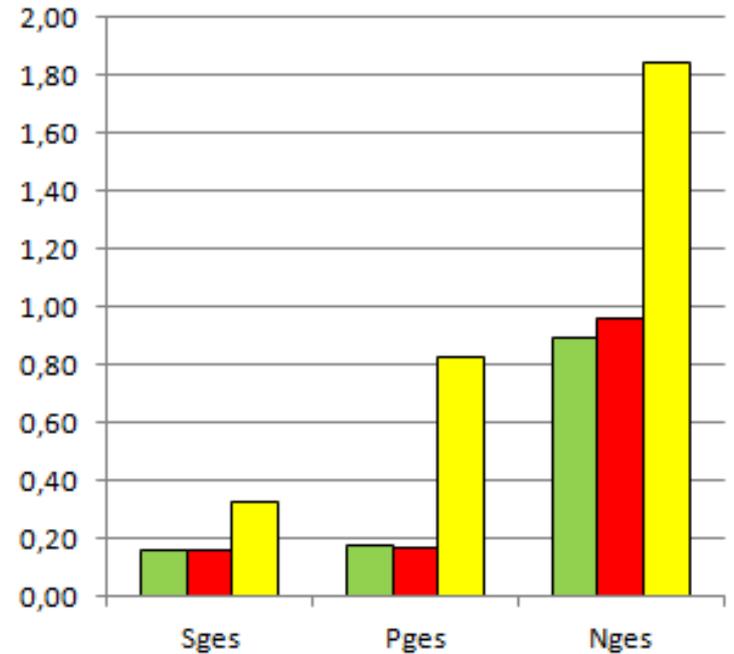
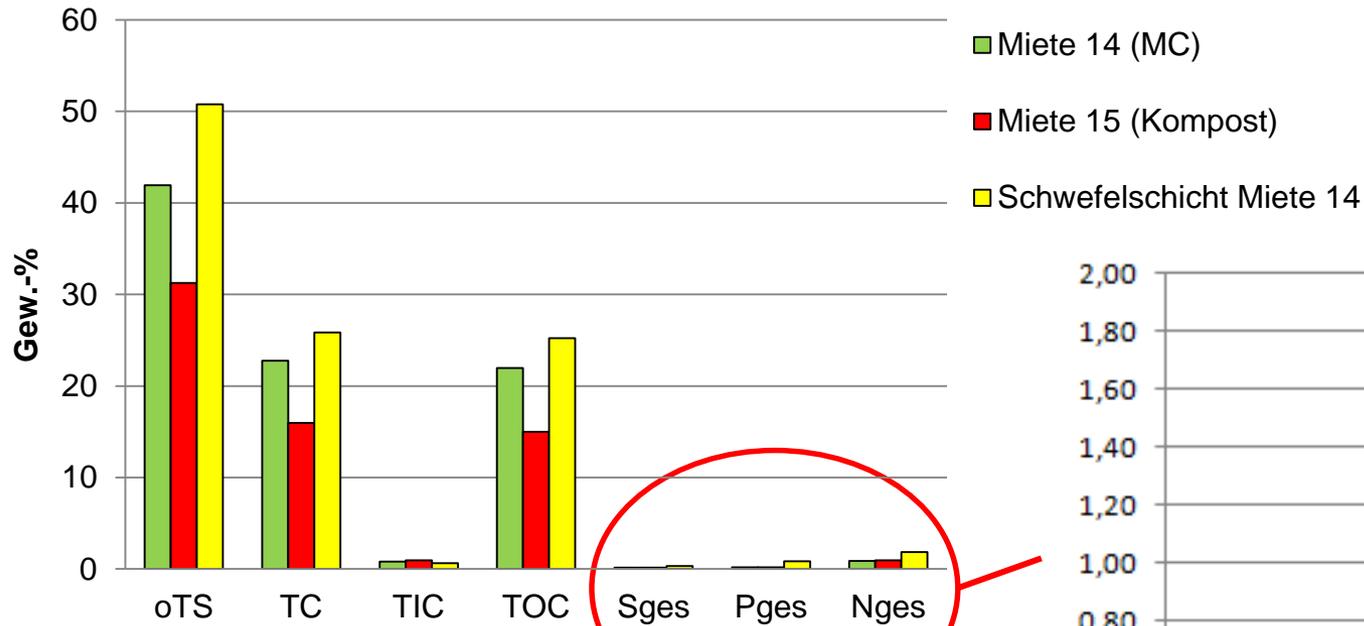
# H<sub>2</sub>S-Konzentration

## H<sub>2</sub>S-Konzentration in 100 cm Tiefe

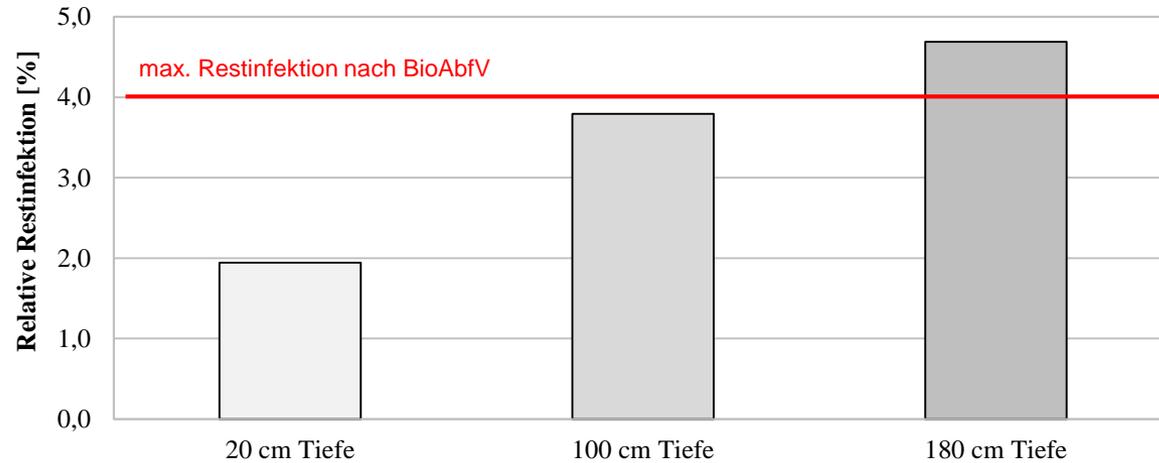


# Schwefelablagerungen

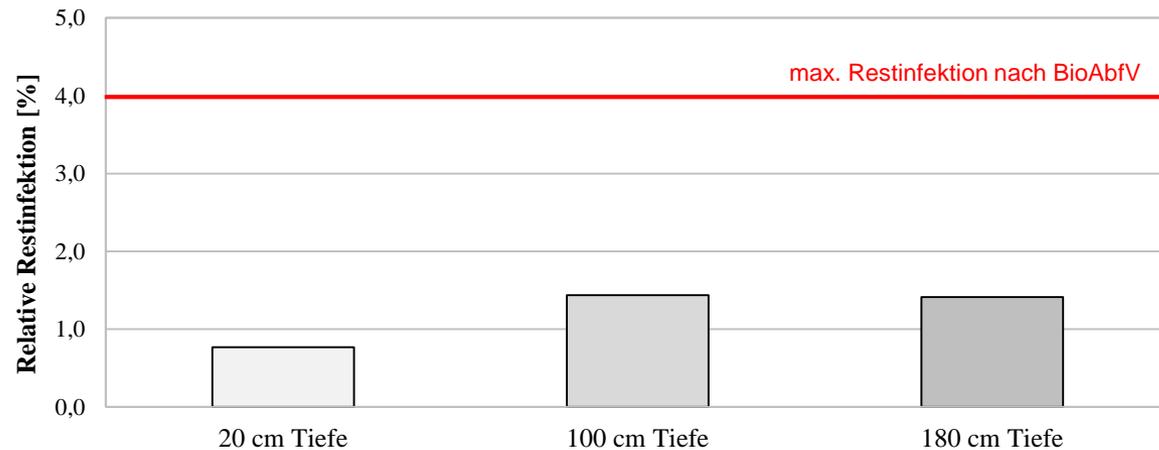
## Nährstoffgehalte



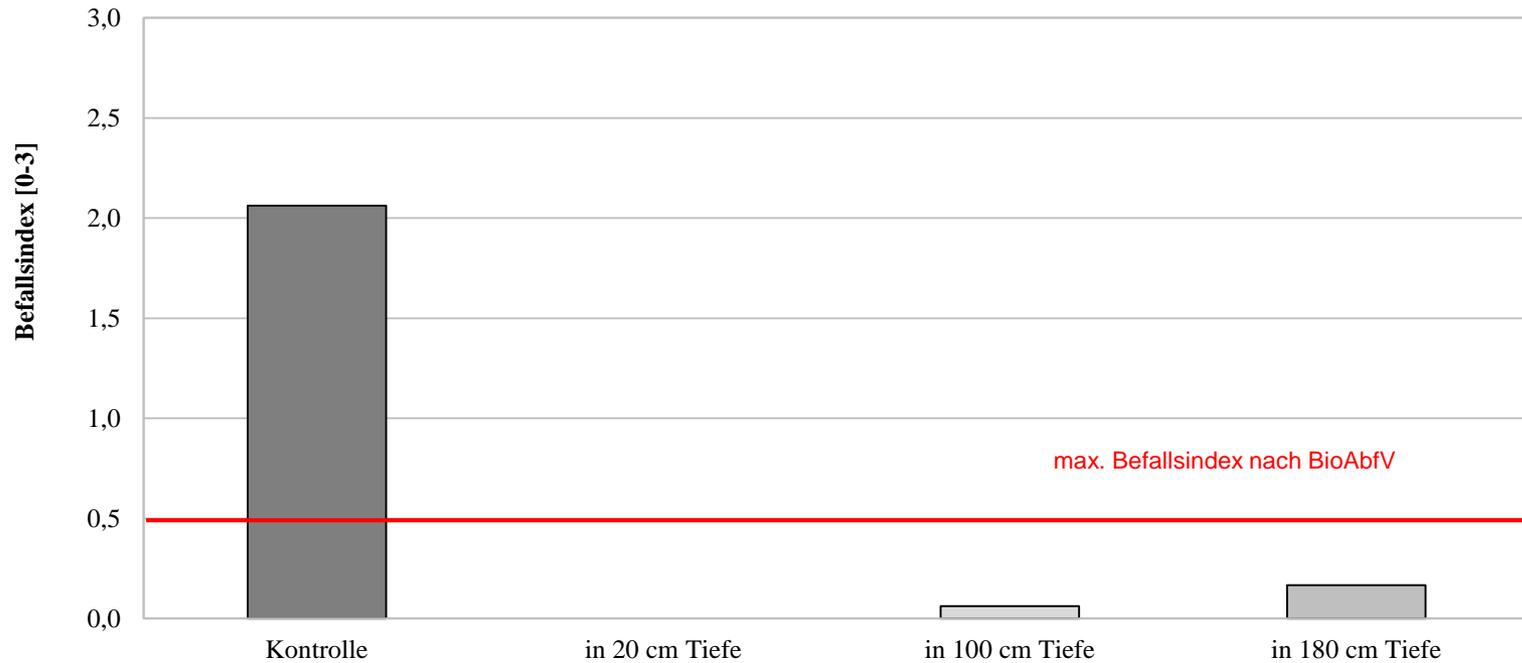
**TMV-Restinfektion nach 7 Wochen (Mittelwerte) 5. Versuchsreihe**



**TMV-Restinfektion nach 8 Wochen (Mittelwerte) 4. Versuchsreihe**



## Befallsindex *Plasmodiaphora brassicae* nach 8 Wochen 4. Versuchsreihe



# Hygienisierung

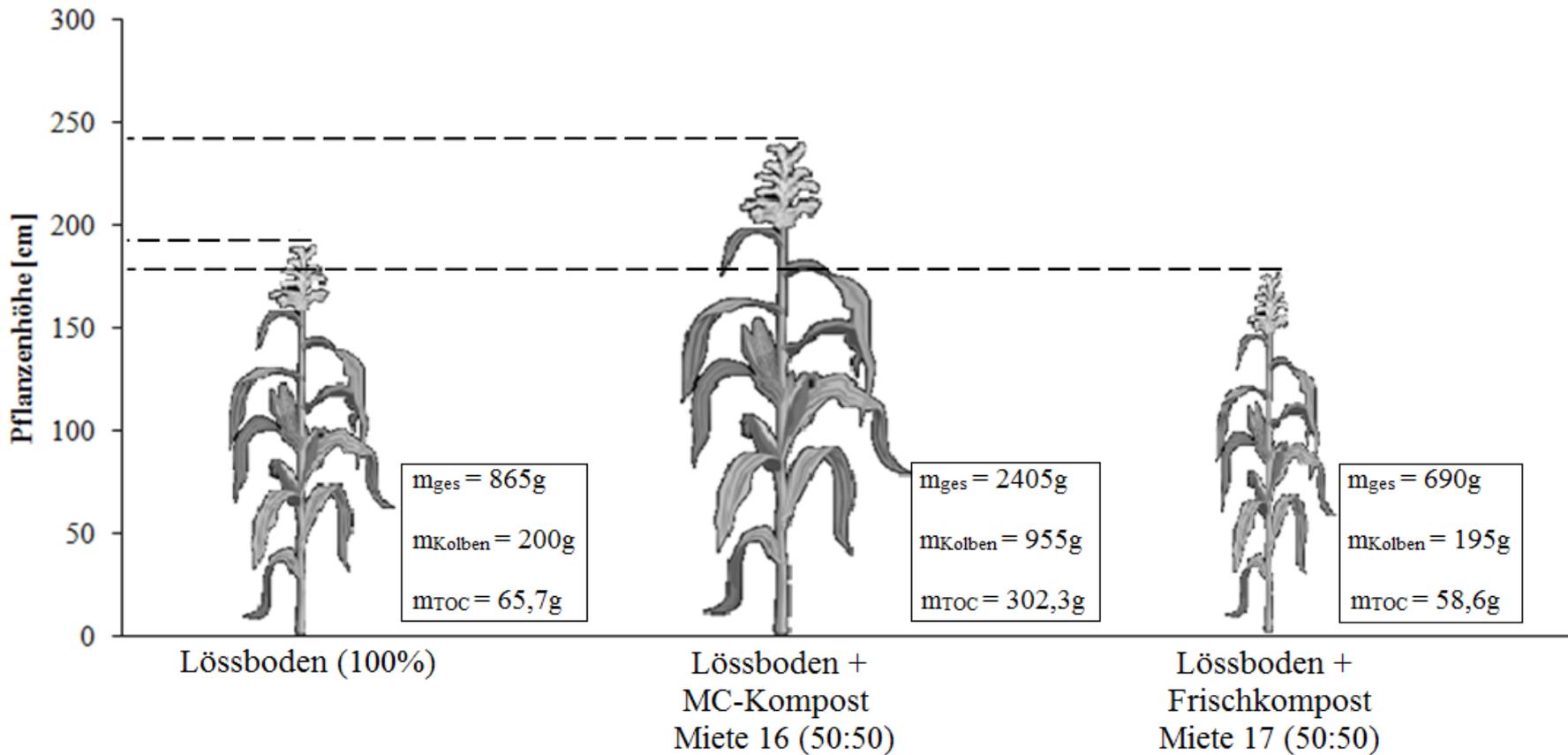
- TMV-Infektiösität nach 8 wöchiger Behandlung unterhalb der Grenzwerte der BioAbfV
- Befallsindex von Plasmodiaphora Brassicae unterhalb der Grenzwerte der BioAbfV
- Vollständige Inaktivierung der Keimfähigkeit von Tomatensamen der Sorte Saint Pierre
- Endprodukte frei von Salmonellen und E.coli
- Signifikante Herabsetzung der Clostridienzahl von  $10^7$  KBE/g auf  $<10^3$  KBE/g

# Anbauversuch

- Mais als Kulturpflanze
- Topfversuche mit 3 unterschiedlichen Bodensubstraten:
  - Lössboden (100 %)
  - Mischung aus Lössboden und Frischkompost (50:50)
  - Mischung aus Lössboden und MC-Kompost (50:50)
- Schutz vor äußeren Einflüssen (Wind) durch Folie

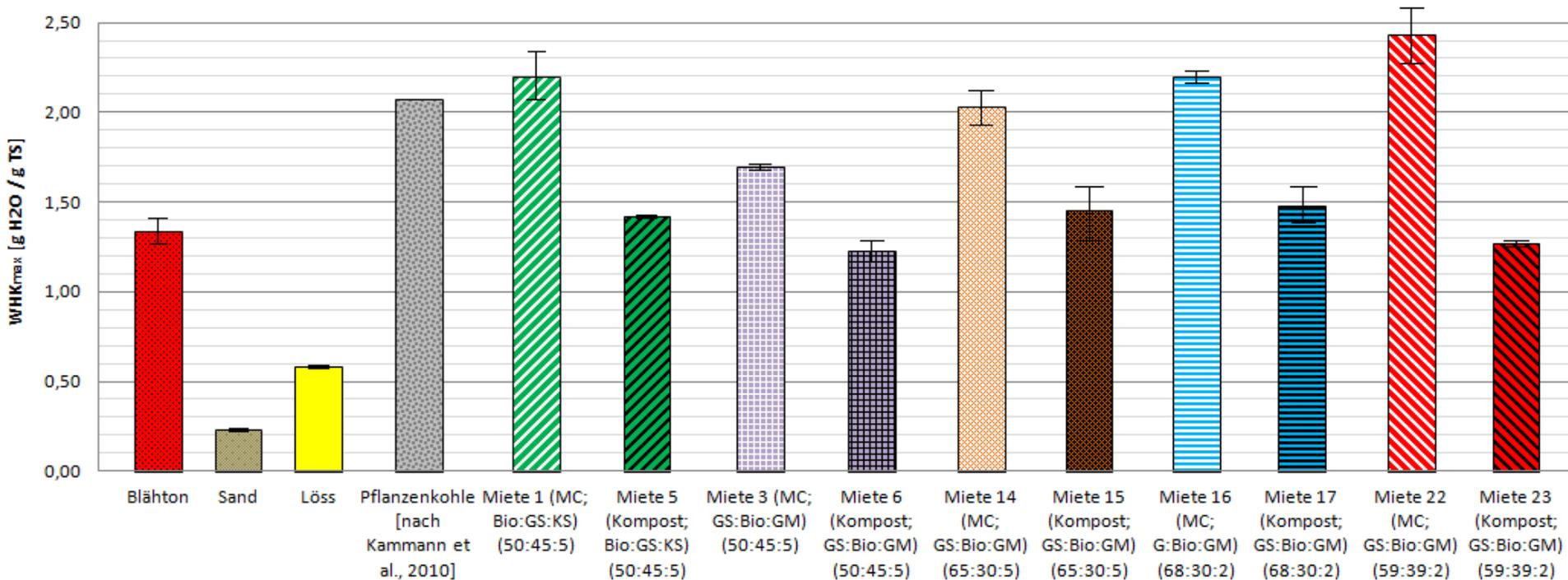


# Anbauversuch



# Maximale Wasserhaltekapazität

maximale Wasserhaltekapazitäten ( $WHK_{max}$ ) ausgewählter Substrate



MC = mikrobiell karbonisiert, Kompost = konventionell kompostiert,

Bio = Bioabfall, GS = Grünschnitt, KS = Klärschlamm, GM = Gesteinsmehl

Substrate nach 8-wöchiger Behandlung

Miete 16 (MC-Kompost)



Miete 17 (Kompost)



## Säulenversuche

- Tiefere Infiltration der MC-Perkolate
- Infiltrationsstopp bei etwa 1,0 bis 1,2 m Tiefe
- Nach etwa 3-4 Monaten steigt das MC-Perkolat in höhere Bodenschichten

0 cm

5 cm

10 cm

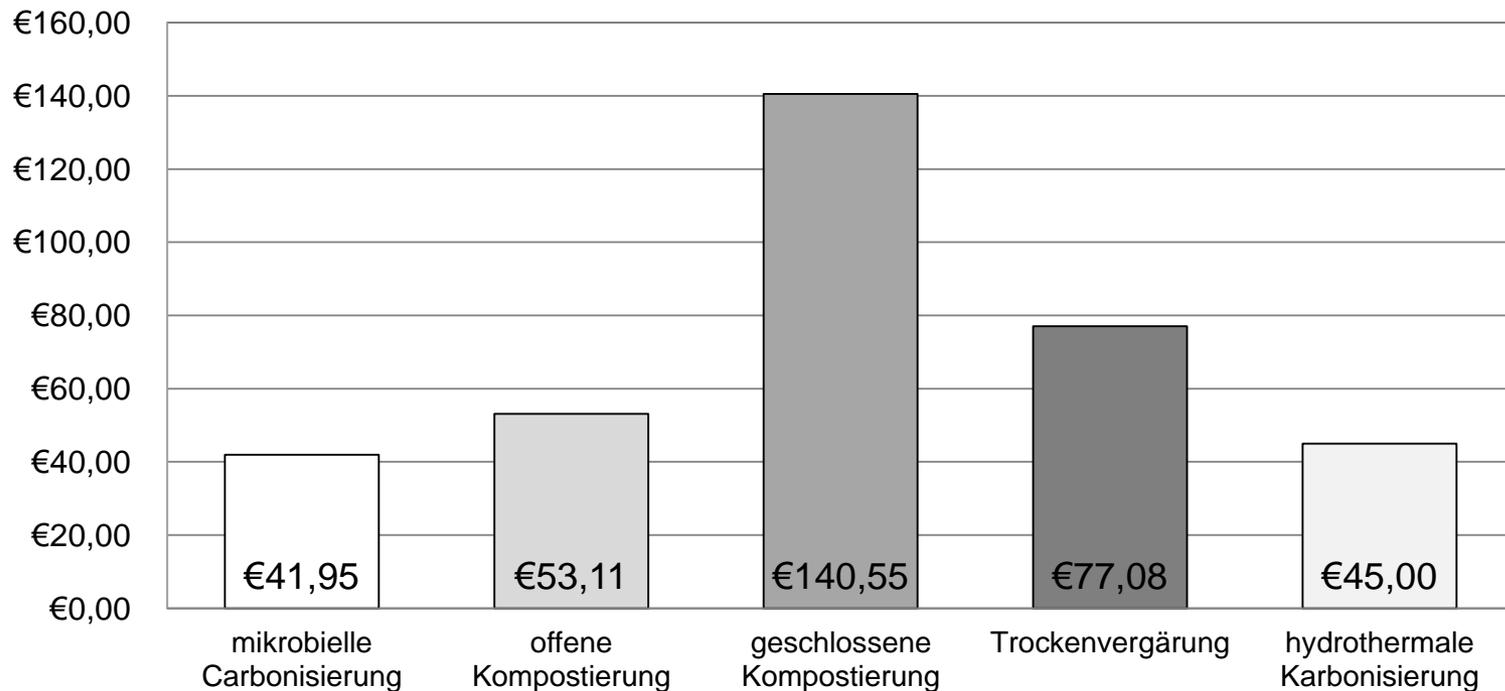
15 cm

20 cm

25 cm

# Verfahrenskostenvergleich

## Vergleich der Behandlungskosten je Mg Bioabfall von unterschiedlichen Verwertungsverfahren



Die mikrobielle Carbonisierung führt im Vergleich zur Kompostierung zu:

- geringeren Emissionen ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ )
- einem kohlenstoffreicherem Endsubstrat (MC-Kompost)
- signifikant höheren Wasserhaltevermögen der Endsubstrate
- vergleichbaren Schwermetallkonzentrationen, welche die rechtliche Vorgaben einhalten
- Seuchen- und phytohygienisch unbedenklichen Endsubstraten auch ohne Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben hinsichtlich der Temperaturführung

# Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit

Dipl.-Ing. Claus-Robert Wonschik  
Kurt-Weill-Str. 7  
06844 Dessau  
Tel: +49 340 8507584  
E-Mail: [rwonschik@hs-harz.de](mailto:rwonschik@hs-harz.de)

# Biochemische Umwandlungsprozesse

- Milchsäuregärung:
- Sulfid-Oxidation:
- Reduktiver Citratzyklus:

