

Grundlagen und Praxis des Betriebs von
Kompostierungs- und Vergärungsanlagen
mit geringen Emissionen an Treibhausgasen

Carsten Cuhls

gewitra

Ingenieurgesellschaft für Wissenstransfer mbH

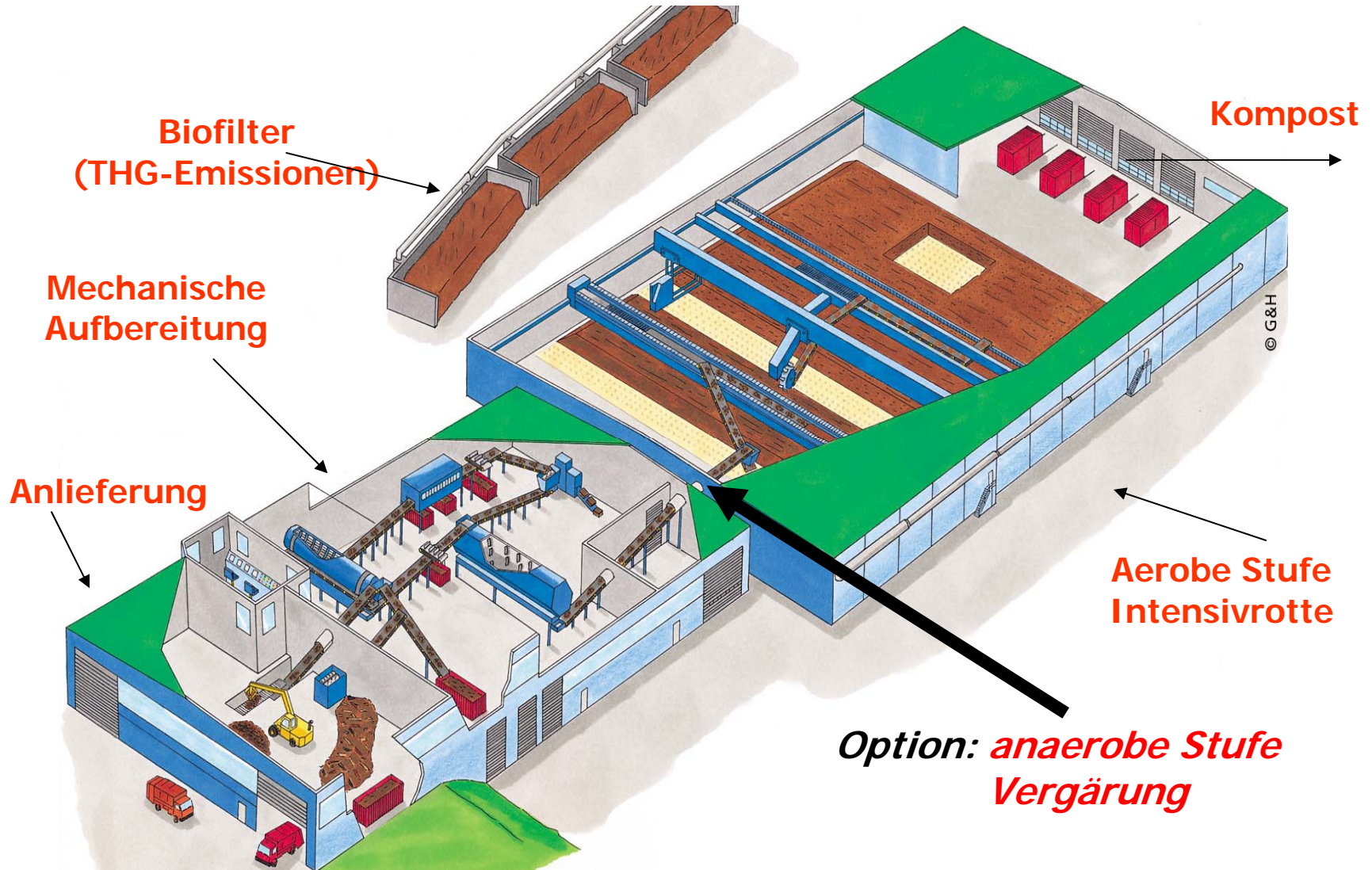
Troisdorf und Hannover

www.gewitra.de

Gliederung

- Behandlungsverfahren zur Komposterzeugung, Massen
- Anlagenbeispiele Kompostierung / Vergärung (Fotos)
- Gasförmige Emissionen, Geruch, Staub, Keime
- **Ermittlung**, Vorgehensweise und Messprogramm
- Kohlenstoffverb.: CO_2 , CO , (NM)VOC, Ges.-C, CH_4 (Methan)
- Stickstoffverbindungen: NO , NH_3 , N_2O (Lachgas)
- Messergebnisse geschlossene / offene Anlagen
- **Bewertung**: TA Luft
- Bewertung des Treibhauseffektes: CO_2 -Äquivalent
- **Reduktionsmöglichkeiten**: gute fachliche Praxis
- Handlungsempfehlungen: VDI, Stand d. Technik, BVT, BGK

Schema einer geschlossenen Kompostierungsanlage (KOA) für Bioabfälle, > 10.000 Mg/Jahr





geschlossene Kompostierungsanlage



Hauptrotte (Tafelmiere) mit Eintragsgerät



offener Biofilter mit Probenahme



Vergärung: Fermenter, Biofilter (Probenahme)



Flüssiges Gärprodukt, offener Tank



Angelieferte Marktabfälle und Strukturmaterial



Container-Biofilter

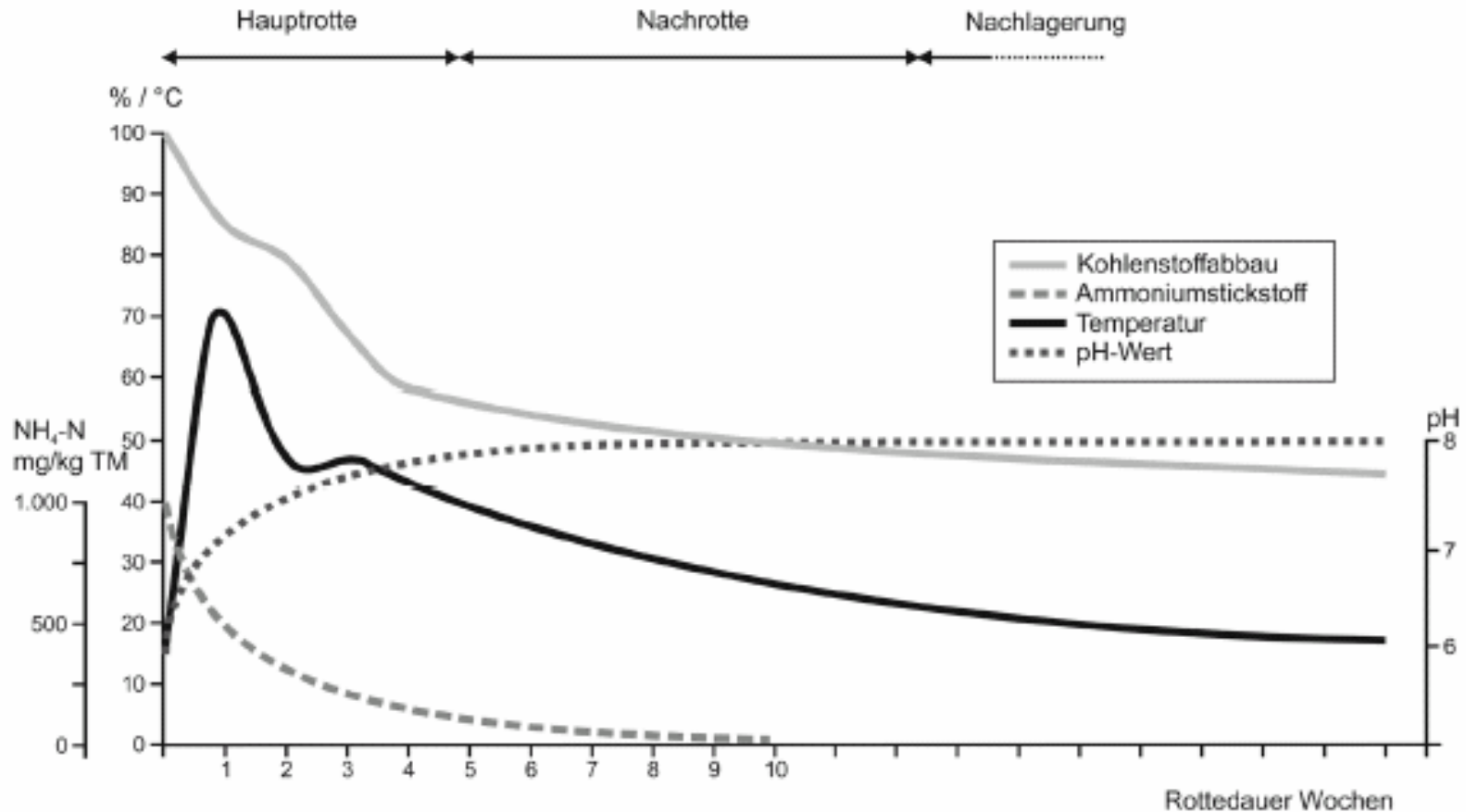
Bewertung TA Luft

- TA Luft (2002), besondere Regelungen für bestimmte Anlagenteile
 - Nr. 5.4.8.5 Anlagen der Nr. 8.5
Kompostierung
 - > 3.000 Mg/a sollen möglichst geschlossen sein, Mindestabstand
 - > 10.000 Mg/a müssen geschlossen sein, 500 GE/m³, Staub 10 mg/m³
 - Nr. 5.4.8.6 Anlagen der Nr. 8.6
Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen
 - > 30 Mg/Tag 500 GE/m³, Staub 10 mg/m³
- TA Luft (2002), allgemeine Anforderungen
 - Gesamtkohlenstoff (Ges.-C)
Konzentrationswert 50 mg/m³
oder Massenstrom 0,5 kg/h
 - Ammoniak (NH₃)
Konzentrationswert 30 mg/m³
oder Massenstrom 0,15 kg/h

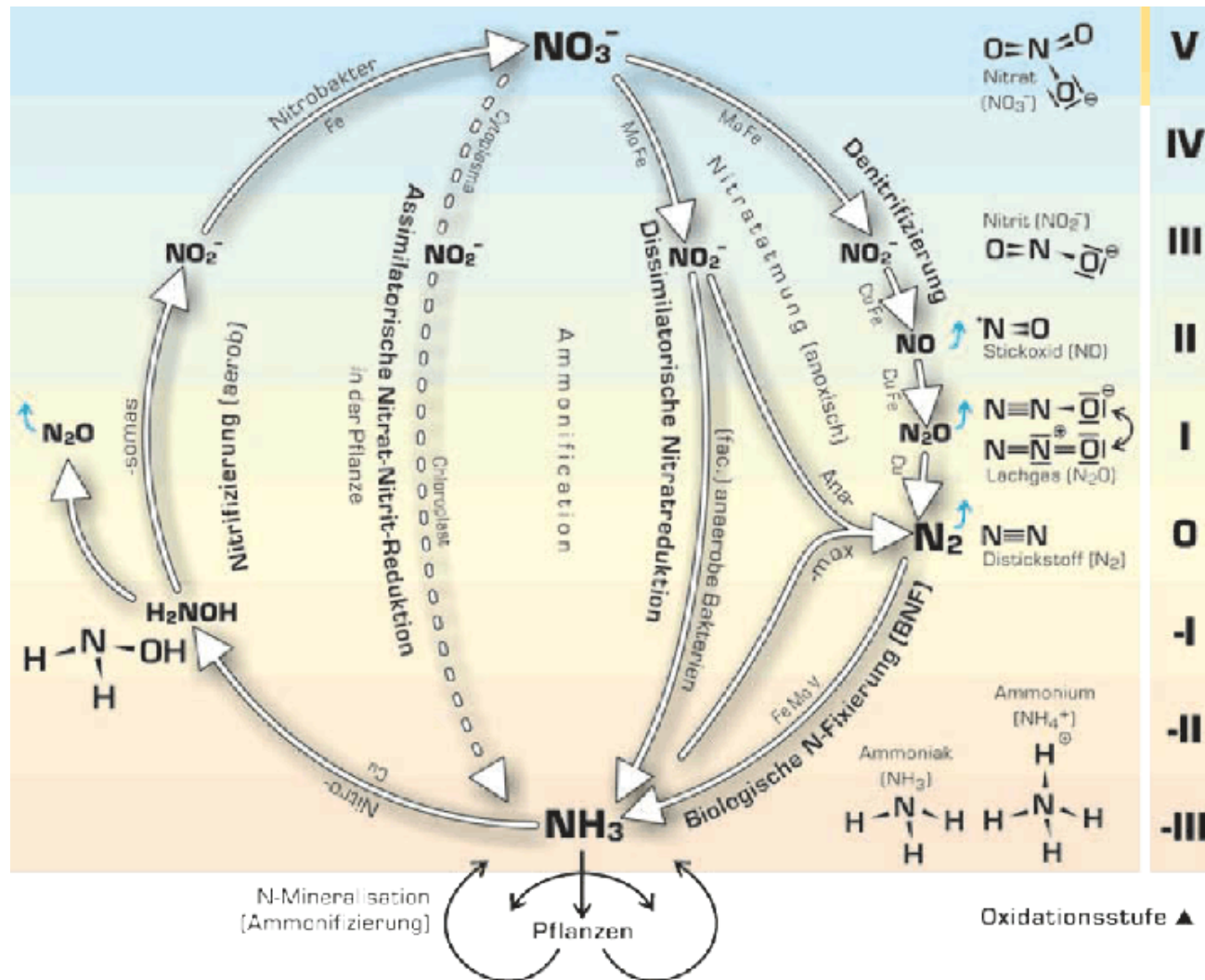
Ermittlung der THG-Emissionen

- Auswahl repräsentativer Anlagen, je 2 Messzeiträume
- Erstellen des Messprogramms:
 - Emissionsquellen (Kamin, Biofilter, passive Quellen)
 - kontinuierliche Analytik: Ges.-C, CH₄, NMVOC, NH₃, N₂O
 - Abgas: Volumenströme [m³/h]
 - Emissionskonzentrationen [mg/m³]
 - Emissionsmassenströme [kg/h]
 - Halbstunden- / Tagesmittelwerte (TA Luft)
 - KOA Abfalldurchsatz [Mg/h]
- Ermittlung der Emissionsfaktoren [g/Mg],
- Fehlerbetrachtung, Unsicherheiten → Mittelwerte
- Hochrechnung für Bioabfallverwertung in Deutschland
- Berechnung der CO₂-Äquivalente aus CH₄ und N₂O
 - CH₄ (Faktor 25), N₂O (Faktor 298), CO₂ (Faktor 0)

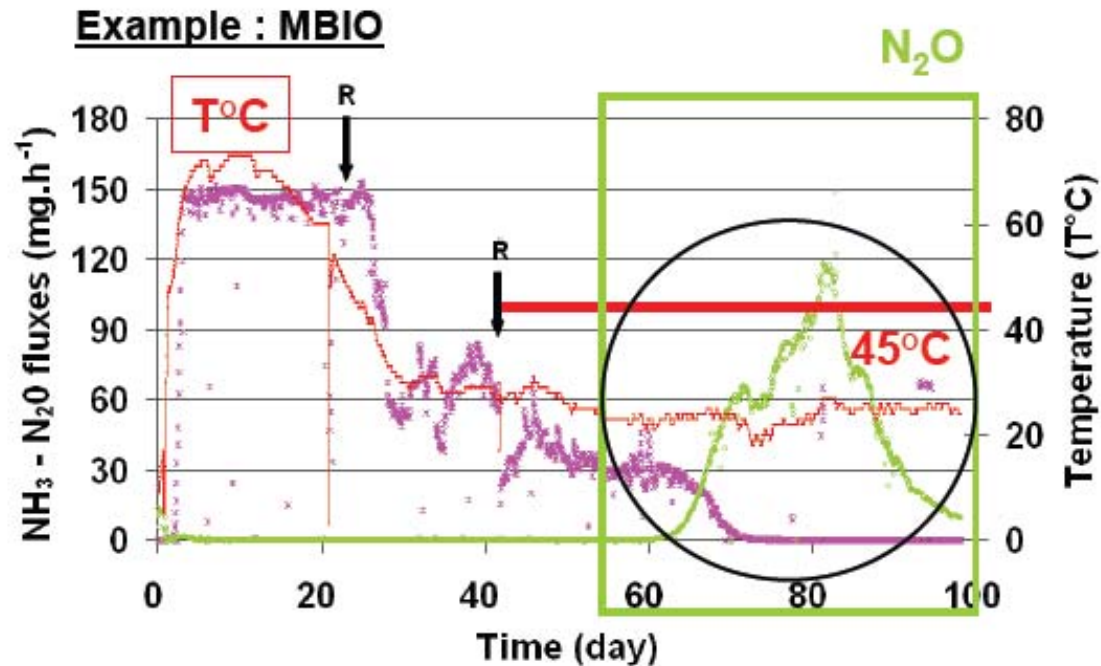
Temperatur (°C), Kohlenstoffabbau (%), Ammoniumbildung (mg/kg TM) und pH-Wert über die Rottedauer



Stickstoffumsetzungen und Lachgasbildung: Nitrifikation und Denitrifikation,



Verlauf der Bildung von Lachgas während der Kompostierung

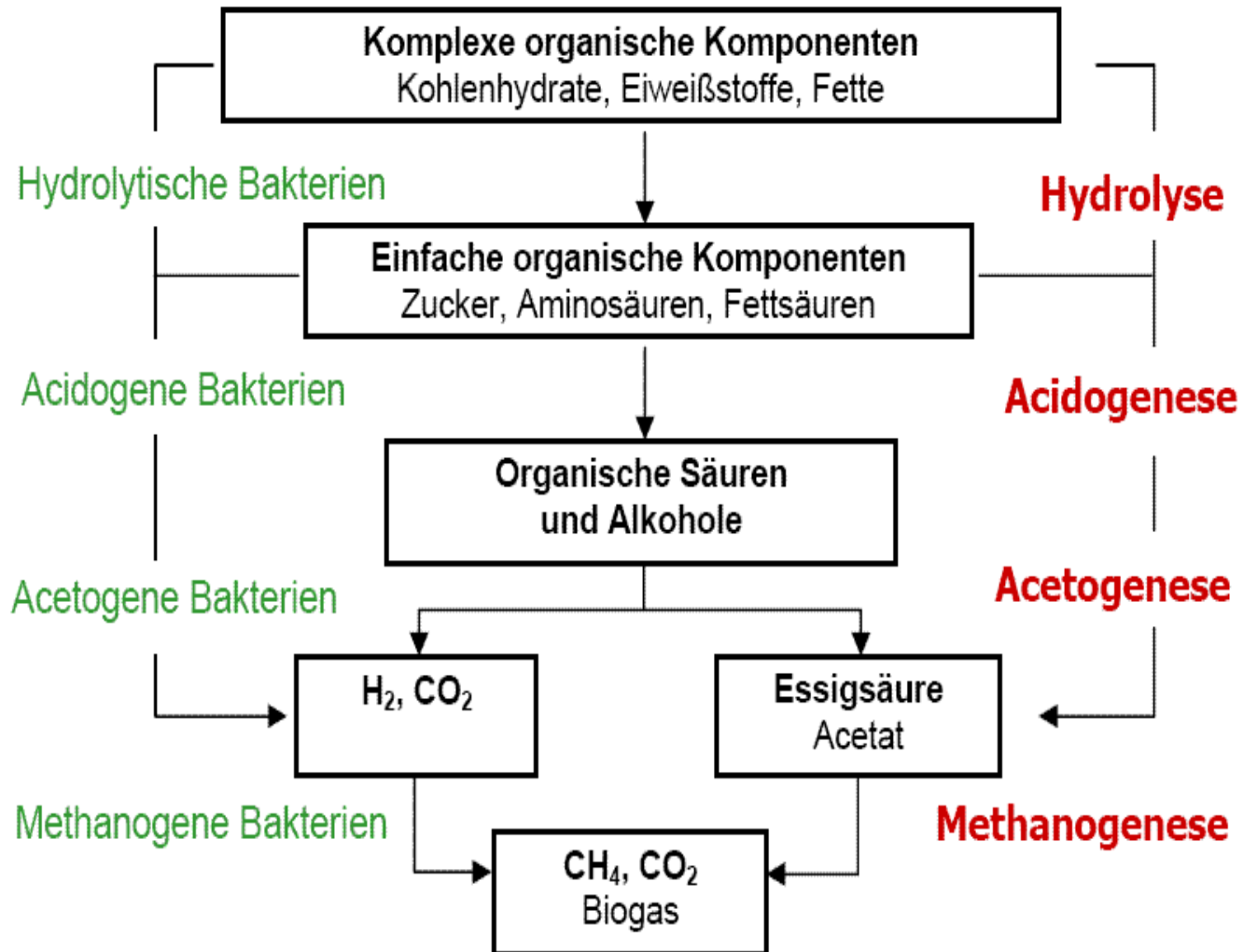


N₂O emissions occur :

- with a temperature lower than 45°C
- without NH₃ emissions

At the end
of the process

Kohlenstoffumsetzungen und Methanbildung

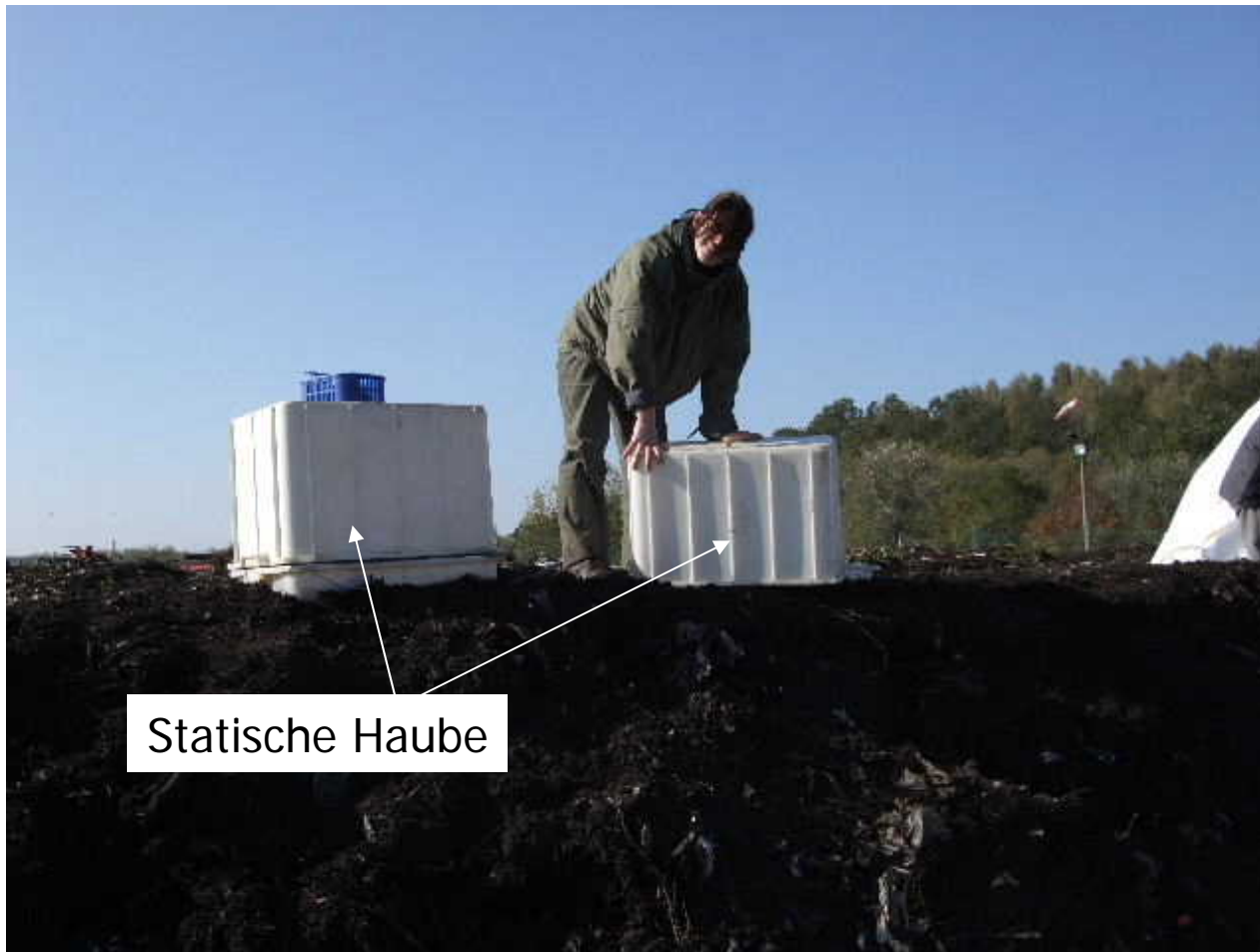


Ergebnisse offener KOA

Problematik: diffuse Emissionsquelle!

Probenahme mittels statischer Hauben

Nachteil: kleinräumige Aufnahme, $< 1\text{m}^2$ Fläche, Heterogenität
= mangelnde Repräsentativität, berücksichtigt keine Konvektion, ungeeignet !

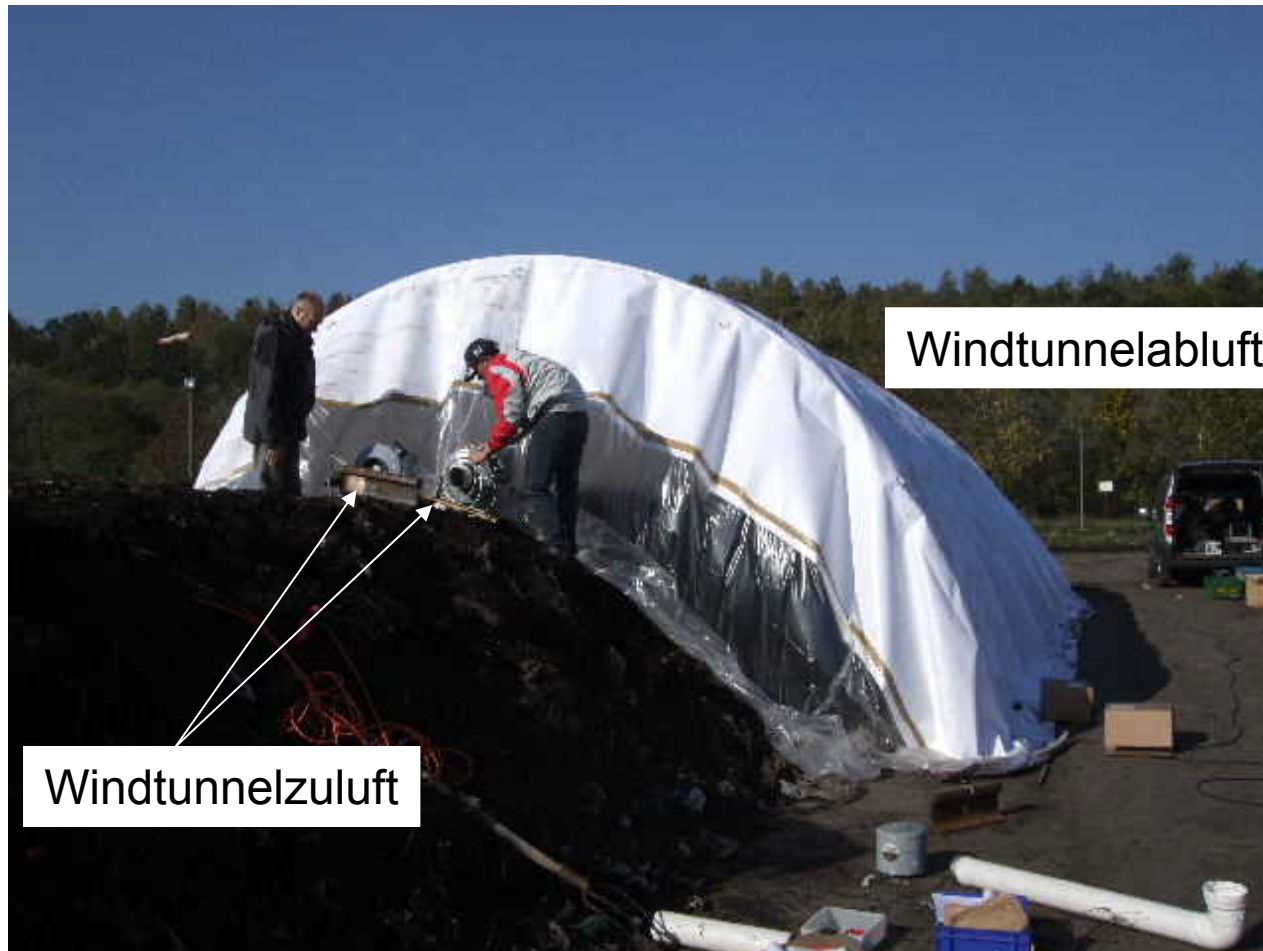


Beispiel: offene KOA

Problematik: diffuse Emissionsquelle!

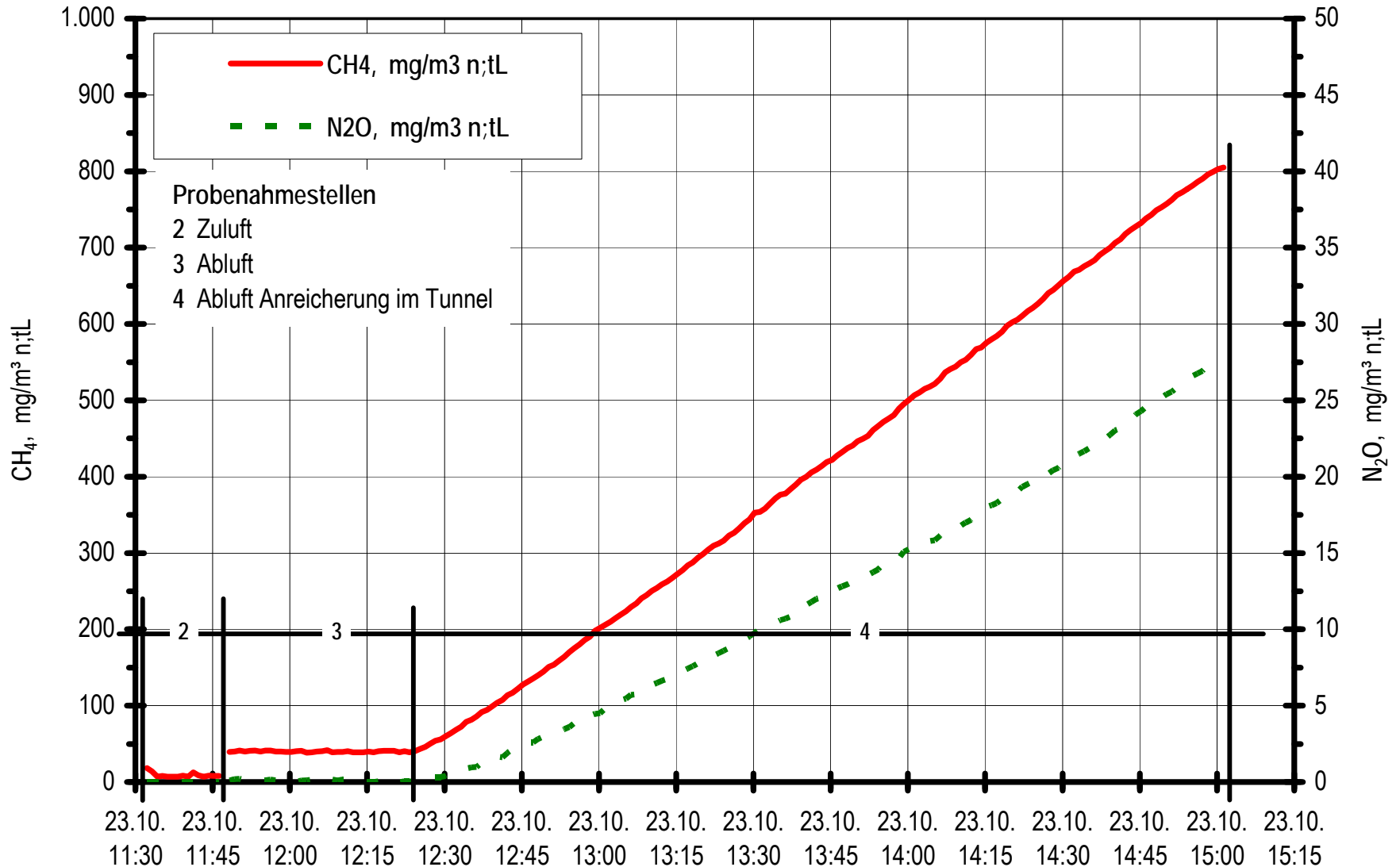
Probenahme mittels großem Windtunnel

Vorteil: großräumige Aufnahme, temporäre Einhausung 10 m offener Mietenlänge,
= hohe Repräsentativität, Mehrfachmessung wünschenswert !



Beispiel: offene KOA

C-Emissionen aus Mietenoberfläche: Methode Windtunnel, Abluft – Zuluft

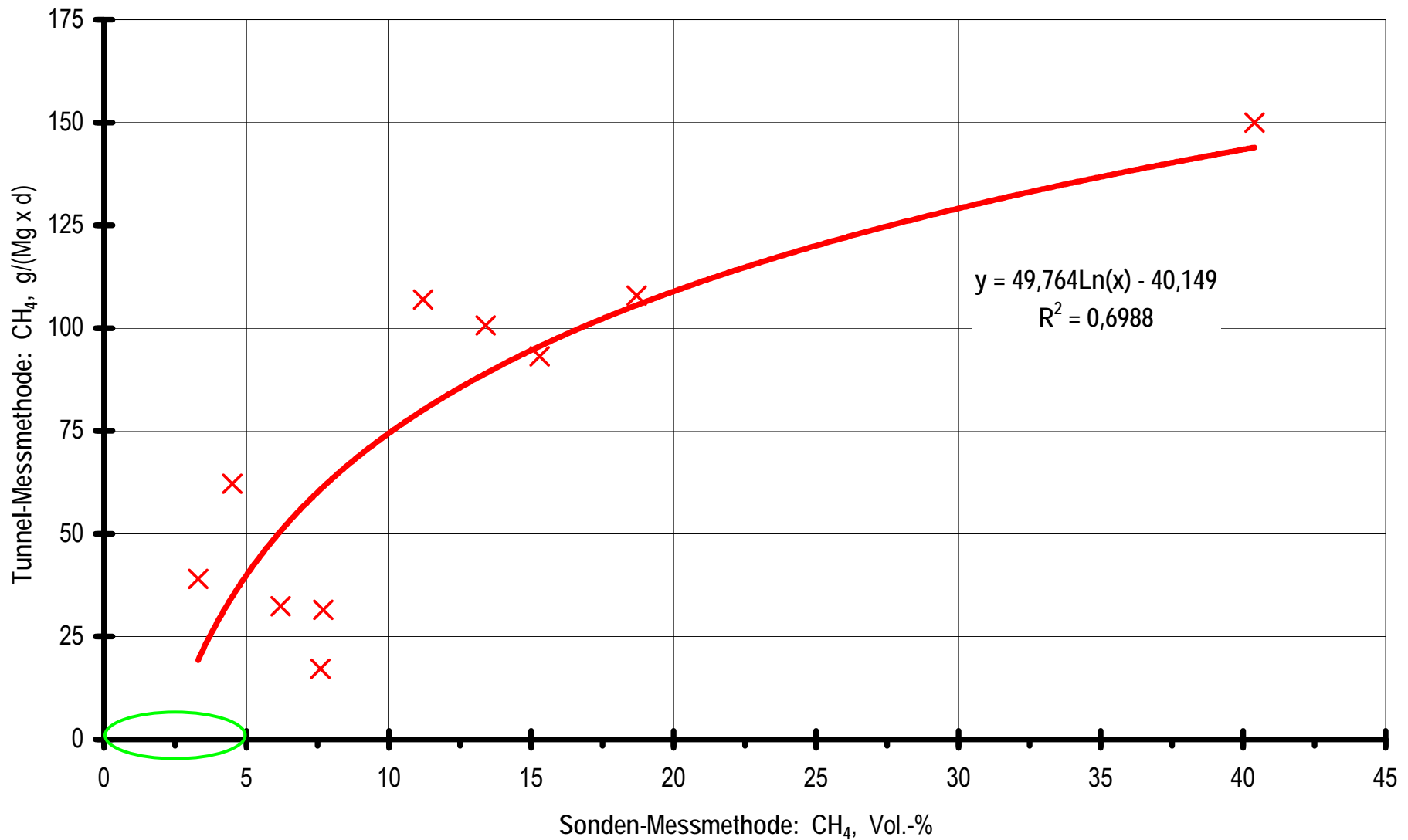


Qualitätskontrolle: Messung der Porengase im Mietenkörper,
mit Stechsonde und mobiler Gasanalysator (O_2 , CO_2 , CH_4)

Methode BGK: Messung der Mieten-Porengase und der Luftdurchlässigkeit in situ

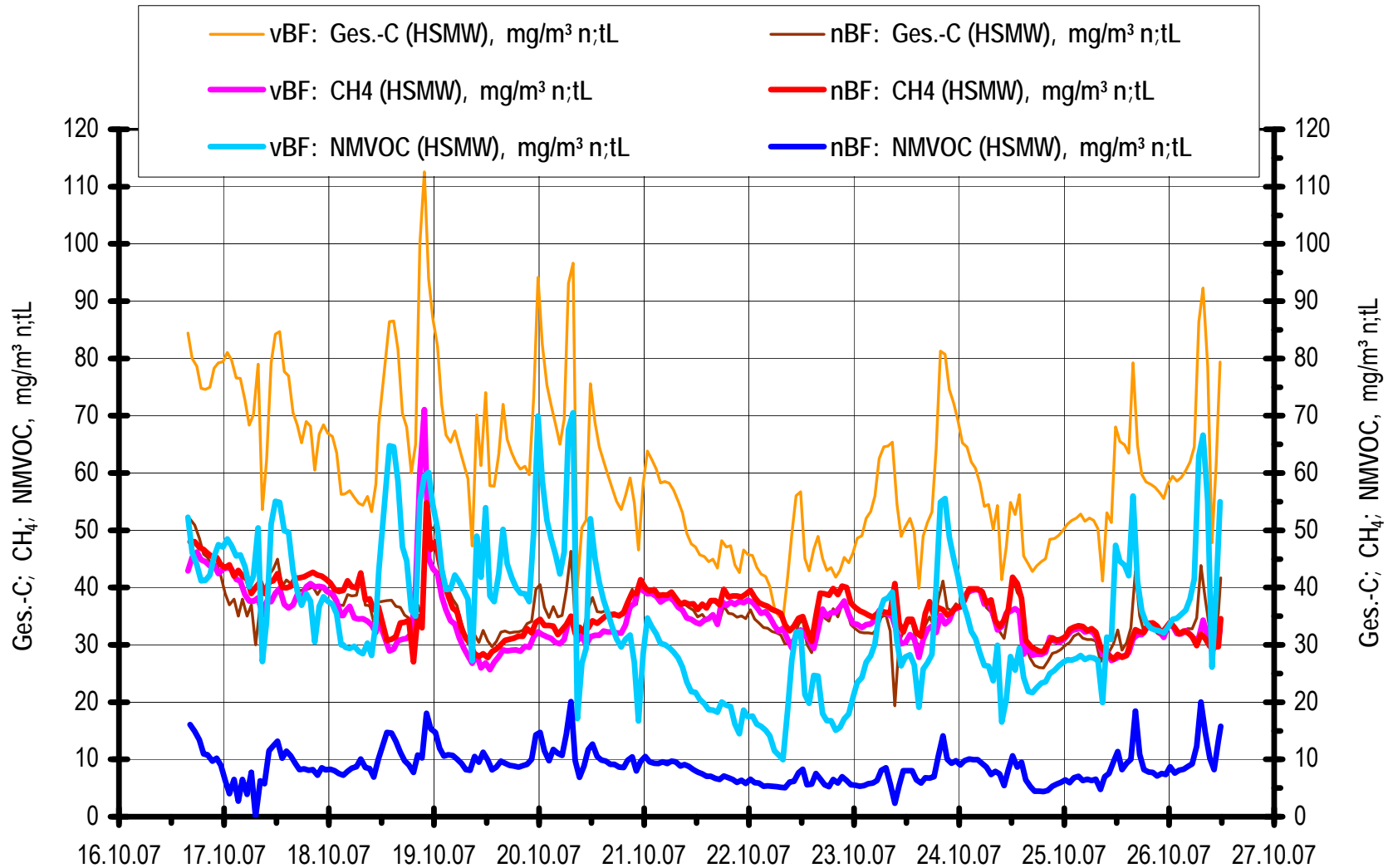


Ausblick: Korrelation zwischen Porengaskonzentration und Emissionsmassenstrom → Qualitätsprüfung

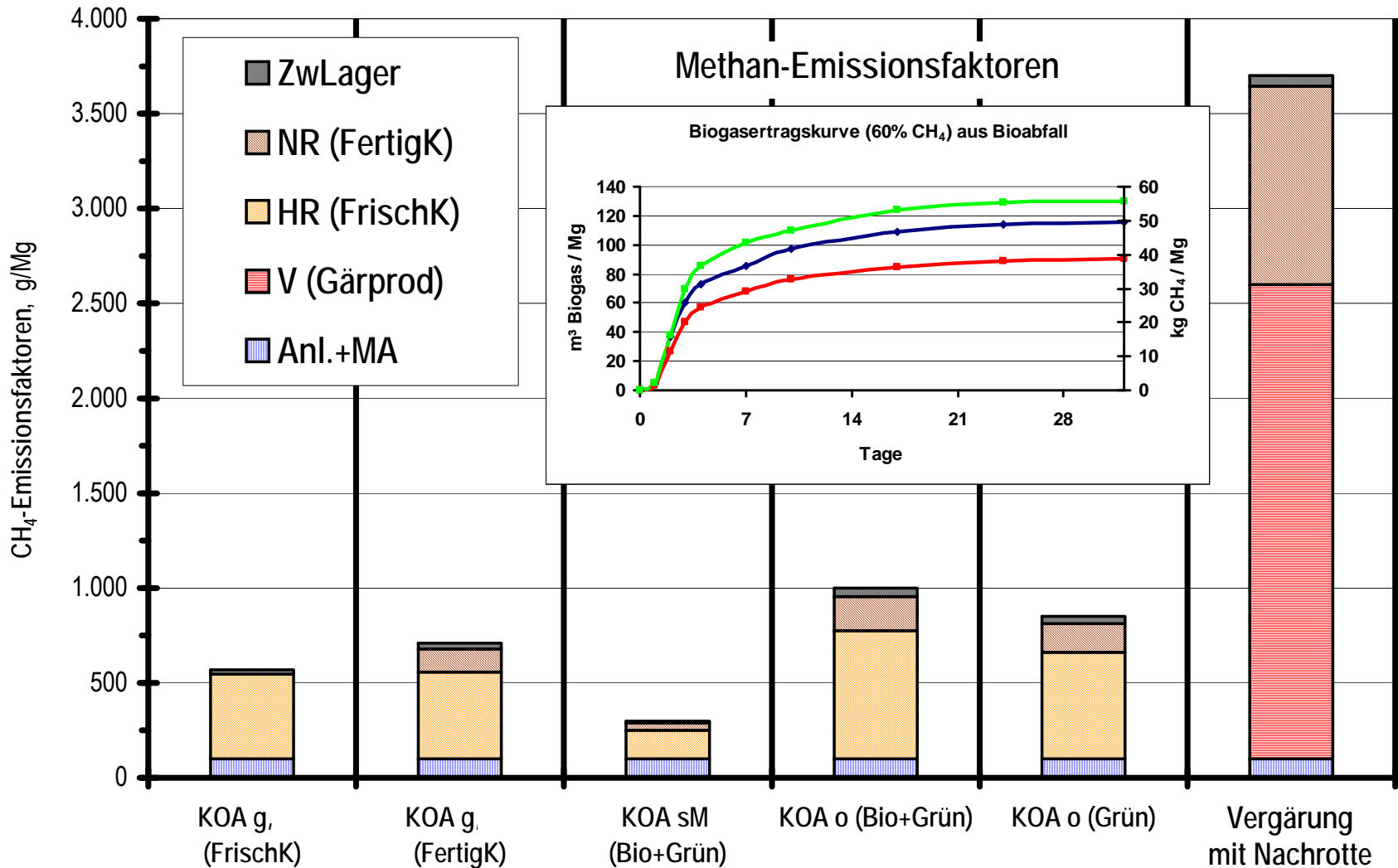


Beispiel: geschlossene KOA

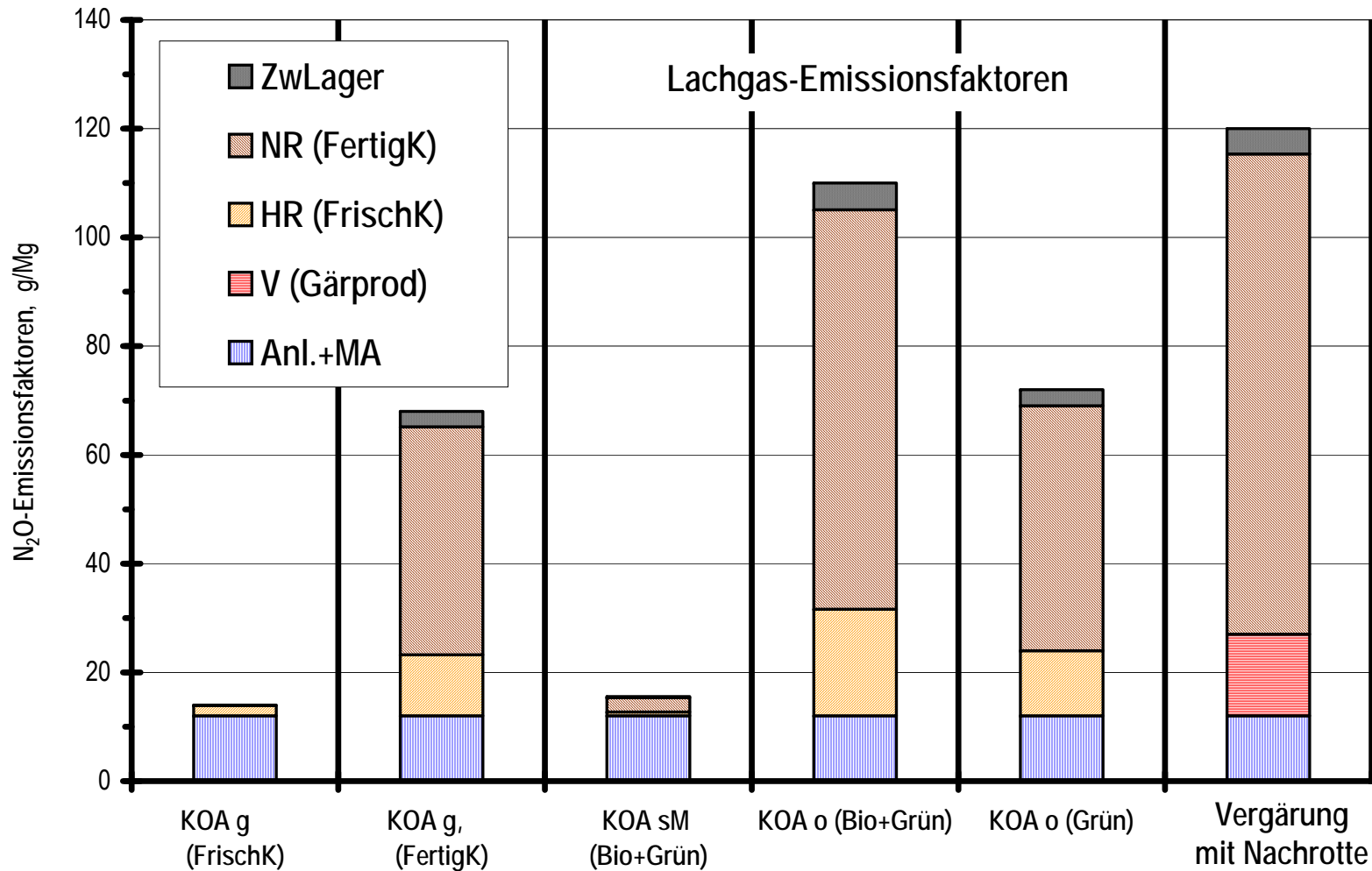
C-Konzentrationen vor/nach Biofilter: **keine Methanreduktion!**, guter NMVOC-Abbau



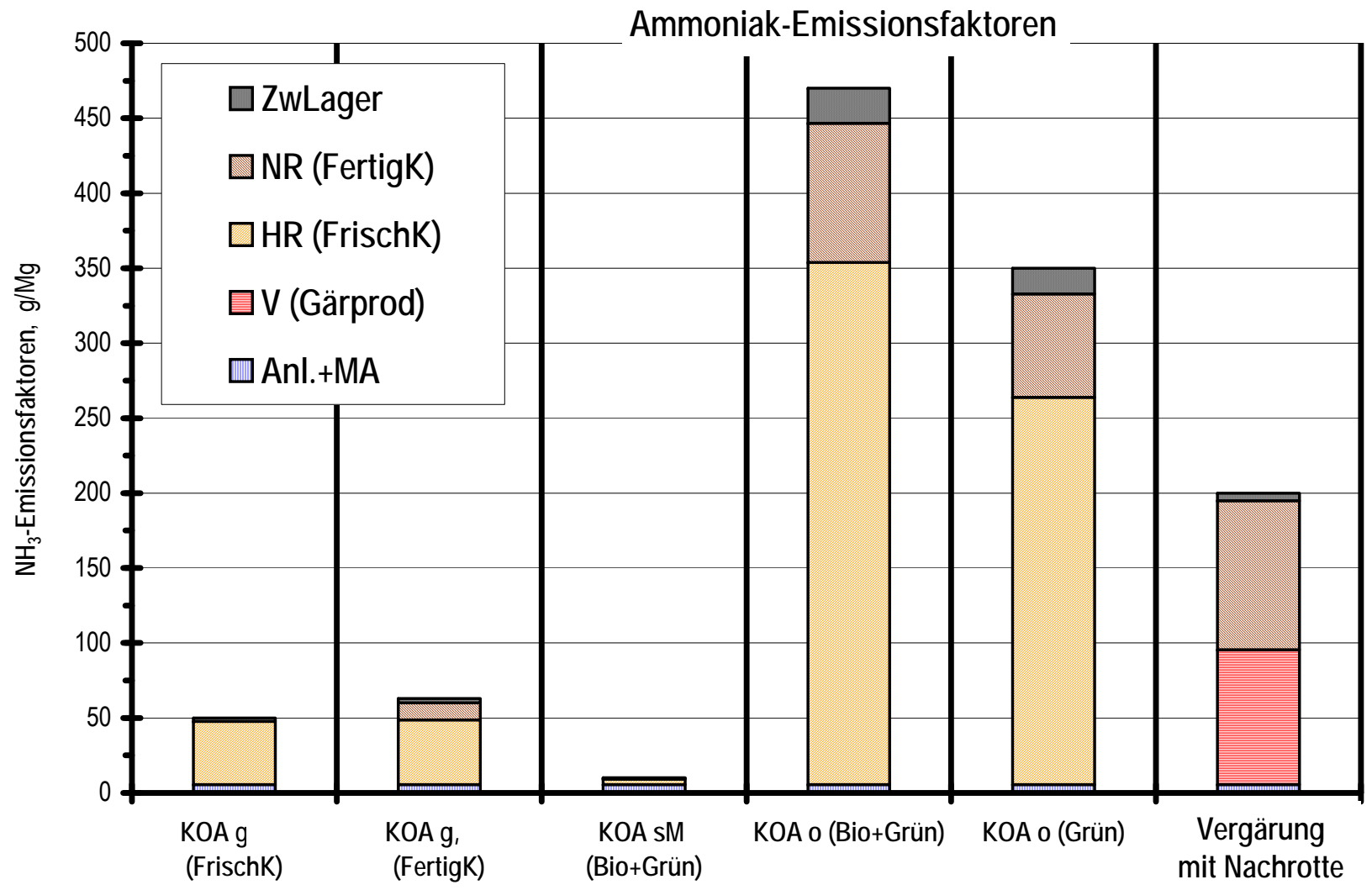
Ergebnisse CH₄ aus den Behandlungsverfahren



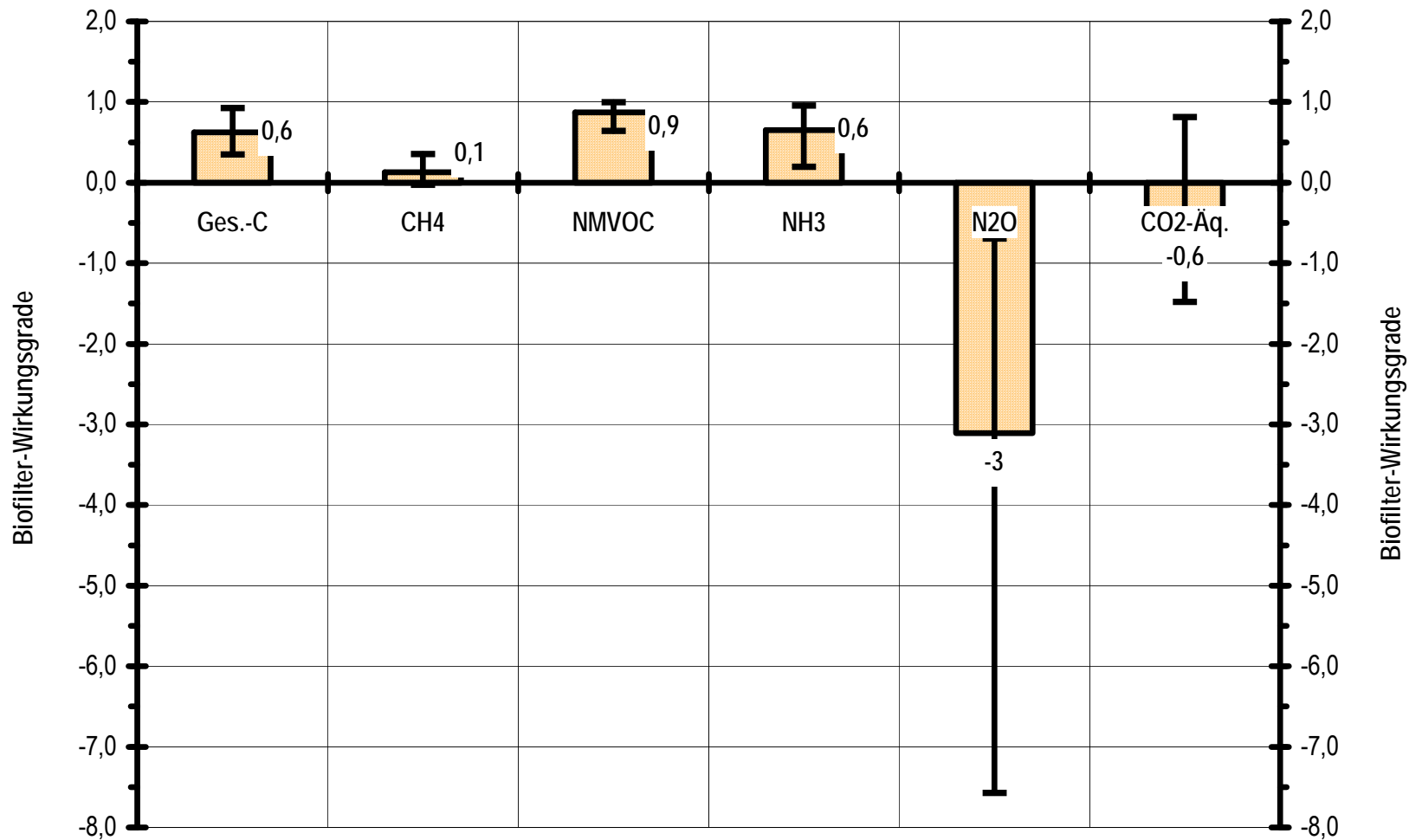
Ergebnisse N₂O aus den Behandlungsverfahren



Ergebnisse NH₃ aus den Behandlungsverfahren



Emissionsminderung (THG) bei Biofiltern (Auswertung > 30 Anlagen)



Handlungsempfehlungen für eine gute fachliche Praxis (THG)

- Etwa 10% des Bio- und Grünabfalls wird von **Vergärungsanlagen** verarbeitet, 90% teilen sich **geschlossene** und **offene Kompostierungsanlagen**.
- Geschlossene Anlagen verfügen über eine aktive Belüftung und Abluftreinigung (Biofilter), Umsetzaggregate
- Offene Anlagen verfügen in der Regel nur über Umsetzaggregate
- Offene KOA sind grundsätzlich nicht schlechter als geschlossene KOA. **Der Betrieb ist entscheidend!!!** Günstige Literatur-Werte sind historisch.
- Die aktuelle Praxis zeigt, dass der Betrieb nicht auf die Reduktion von THG ausgelegt ist. Die geschlossene Anlage kann über die aktive Belüftung Defizite (Poren, Wasser) im **Rottematerial** besser ausgleichen.
- Hohe Emissionen resultieren meistens aus mangelnder fachliche Praxis: Mangelnde **Mietengeometrie**, **Strukturmaterial** und **Umsetzintervalle** führen zu schlechter Belüftung, ungenügende O₂-Versorgung (→ CH₄).
- Die besten KOA emittieren nahezu kein Methan, NMVOC wird zu > 90% im Biofilter abgebaut. TA Luft Emissionswerte werden eingehalten!!!

Handlungsempfehlungen für eine gute fachliche Praxis (THG)

- N_2O entsteht vorwiegend in der Nachrotte (Nitrifikation), deshalb Mieten nicht auskühlen lassen und auf weites C:N Verhältnis achten.
- **Biofilter** reduzieren CH_4 nicht, wohl aber NH_3 , was zu sek. N_2O führt.
- Offene KOA mit Membranabdeckung können über die aktive Belüftung ein sehr günstiges Emissionsniveau (CH_4 , N_2O , NH_3) erreichen.
- **Vergärungsanlagen** emittieren aus flüssigem Gärprodukt und aus der Nachrotte erhebliche Mengen an CH_4 , bis zu 5-10% des Biogasertrags. Hier besteht **erhebliches Optimierungspotential** am Treibhauseffekt. Nach **TA Luft** sind Emissionswerte für NH_3 und Ges.-C nicht eingehalten.
- Als Mittel der Bioabfallverwertung resultieren 1.100 g/Mg für CH_4 , 99 g/Mg für N_2O , 450 g/Mg für NH_3 und 330 g/Mg für NMVOC.
- Die CO_2 -Äquivalente belaufen sich auf \emptyset 100 kg CO_2 -Äq/Mg.
- Die Anteile am nat. Emissionsinventar liegen zwischen **0,40 und 0,64 % für CH_4 , N_2O** und NH_3 (0,05% der Summe der CO_2 -Äq in Deutschland).
- *BGK: Betrieb von Kompostierungsanlagen mit geringen Emissionen THG*