

# Kompoststall für die Rinderhaltung – Ammoniak-, Geruchsemissionen & Mikrobiologie

Alfred Pöllinger<sup>1)</sup> und Barbara Pöllinger-Zierler<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Institut f. Tier, Technik u. Umwelt

<sup>2)</sup> Institut f. Analytische Chemie u. Lebensmittelchemie, TU Graz

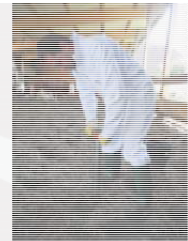


KAMMEL  
HERTZKELLER · FERTIGTÖN · BAUSTOFFE

Haas

AGROTEL

## Einleitung



- **Bedeutung:**  
Der Kompoststall ist eine alternative, sehr tierfreundliche Aufstallungs-/Tierhaltungsform – vor allem bekannt für „hohen Kuhkomfort“ (freies, weiches Abliegen, Platzangebot)
- **Neuheit:**  
Österreich: erste Stallungen seit 2008/9 erfolgreich in Betrieb  
International: Amerika, Israel,.. seit mehr als 10 Jahren
- **Problemstellung:**
  - Bisher war kaum Datenmaterial zur emissionstechnischen Beurteilung von Kompostställen vorhanden
  - unbekanntes mikrobiologisches Gefährdungspotenzial
  - Es gibt Probleme im Genehmigungsverfahren.
  - Problemlösungen im Kompostmanagement notwendig (Einstreuarten, -tiefe, Bearbeitungstechnik und -management)

# Projektziele

- jahreszeitgemäße Charakterisierung (Sommer – Übergangszeit - Winter) der Emissionen aus der Liegefläche in Kompostställen
- Erstellen eines Emissions-/Geruchsprofils
- mikrobiologische Untersuchungen zur Abschätzung des Gefährdungspotentials von Kompostmistmatratzen
- Analyse des Kompostmanagements mit Hilfe der Untersuchungsparameter Einstreumaterialien, Umsetztechnik, chemische Zusammensetzung (pH-Wert, C:N Verhältnis) der Kompostmatratzen  $\rightleftharpoons$  „Gesundheitszustand“ der Kompostierung.
- Daraus erstellen von Mindestkriterien für das Funktionieren eines Kompoststallsystems aus der Sicht der Kompostierung



# Material und Methoden

- **23 Kompoststallbetriebe**
  - 11 Standardbetriebe: *Liegefläche  $\geq 6 \text{ m}^2/\text{Kuh}$ , Milchleistung  $\geq 7.000 \text{ l/Kuh/a}$  und Einstreu (Sägespäne, Hobelspäne, Hackgut)*
  - 12 Betriebe mit besonderen Merkmalen
- **Emissionsmessungen – Open dynamic chamber**  
*So/He/Wi, 6 Messstellen a  $0,5 \text{ m}^2$ , ca. 15 Einzelwerte/Messpunkt + 10 Nullpunktmessungen, Gasanalyse: Multigasmonitor 1412 Lumasens*
- **Chemische Analysen:** *TM, pH-Wert, Nährstoffe und C/N*
- **Bestimmung der VOCs**
- **Mikrobiologisches Screening**
- **Erhebung der Rahmenparameter:** Fragebogen – Betriebsmanagement, Luft- u. Komposttemperaturen



# Analyse vor Ort



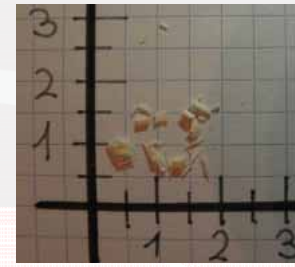
# Wichtige Kompostierungsparameter



- Strukturstabilität – Einstreumaterial
- Durchmischung – Einstreu/Technik
- Sauerstoffversorgung – Einstreu/Technik
- Nährstoffverfügbarkeit – Einstreu

# Holzige Einstreu

- Sägespäne



- Hobelspäne



- Hackgut  
grob / fein



grob



fein

## Einstreumaterialien - Vergleich

Einstreu	Vorteile	Nachteile
<b>Säge/Hobelspäne</b> <i>"Standardmaterial"</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• +/- Temperaturentwicklung</li> <li>• gute Strukturstabilität</li> <li>• gutes Wasserhaltevermögen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preis!!! → Konkurrenz-Spanplattenindustrie</li> <li>• Achtung: harzige Materialien</li> <li>• Langsame Verrottung</li> </ul>
<b>Hackgut grob/fein</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• +/- Temperaturentwicklung</li> <li>• auf Betrieben tw. verfügbar</li> <li>• hohe Strukturstabilität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preis!!! (Abfallprodukt?) → Konkurrenz-Energienutzung</li> <li>• Sehr langsame Verrottung</li> <li>• Siebung ev. erforderlich/sinnvoll</li> </ul>
<b>Siebmaterialien</b> <i>aus der Kompostierung od. Hackguterzeugung hoher Nadelanteil</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ev. günstiger Preis</li> <li>• Größe! Siebung!</li> <li>• ausreichende Strukturstabilität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nadelbetonte Materialien im Winter ungeeignet → aktive Temperaturentwicklung</li> <li>• langsame Verrottung</li> </ul>



## Einstreu mit „Turboeffekt“

- Dinkelspelzen
- Andere Müllerei-  
produkte
- Maisspindel



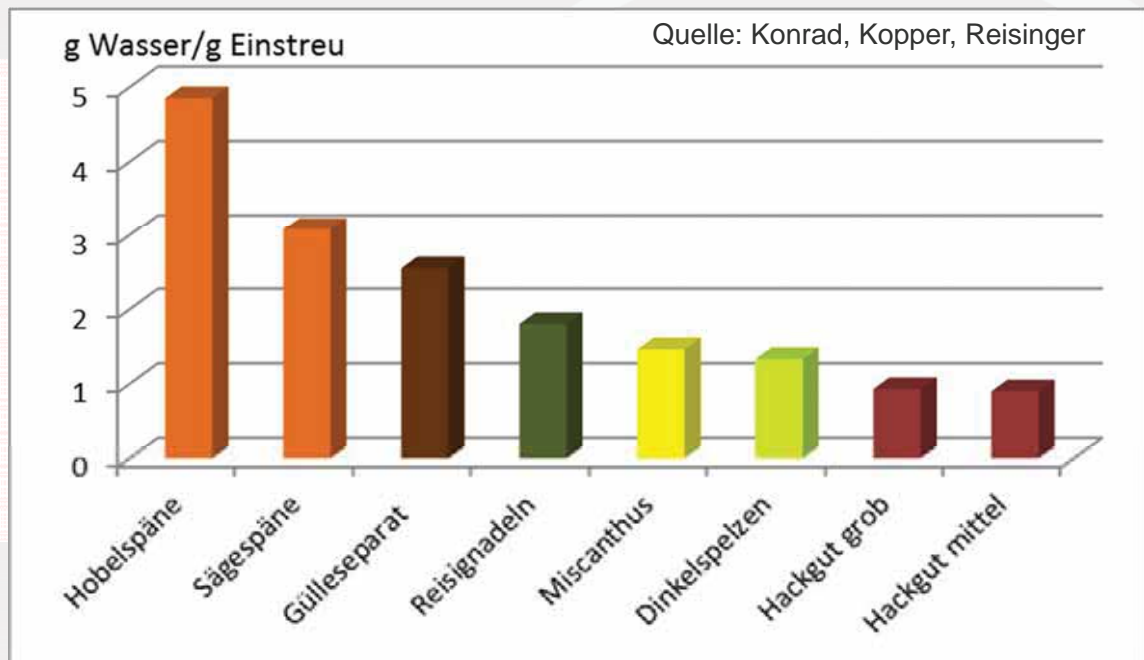
## Einstreu „Ergänzung“

- Separierte Gülle
- Miscanthus  
Elefantengras
- Heu  
(Stroh)?



# Wasseraufnahmefähigkeit

in g Wasser/g trockene Einstreu



## Umsetztechnik kontra Belüftung

- Zweimalige Einmischung von Kot (und Harn) pro Tag – saubere Oberfläche!
- Funktionssicherheit schwer zu prüfen
- Durchmischung wichtig – laufendes „Futternachschieben“ für Mikroben
- Keine „Absetzerscheinungen“ von Flüssigkeiten in der Matratze





# Grubber & Fräse!



Grubber



Bodenfräse



Federzinkengrubber



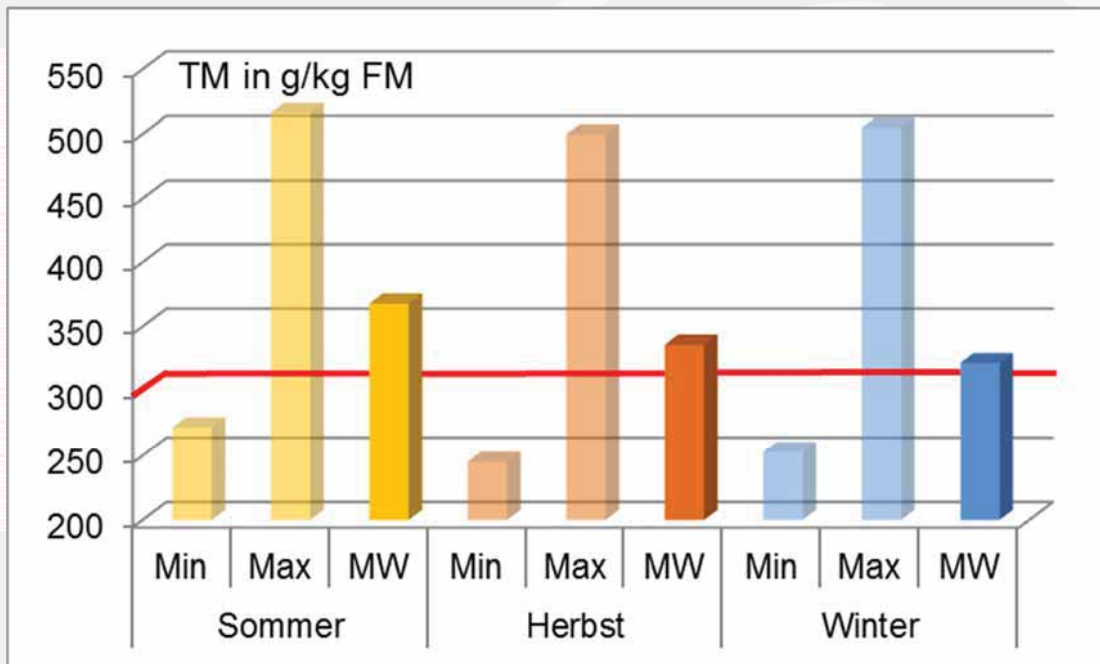
Zinkenrotor

## Wirtschaftsdüngerqualität!?

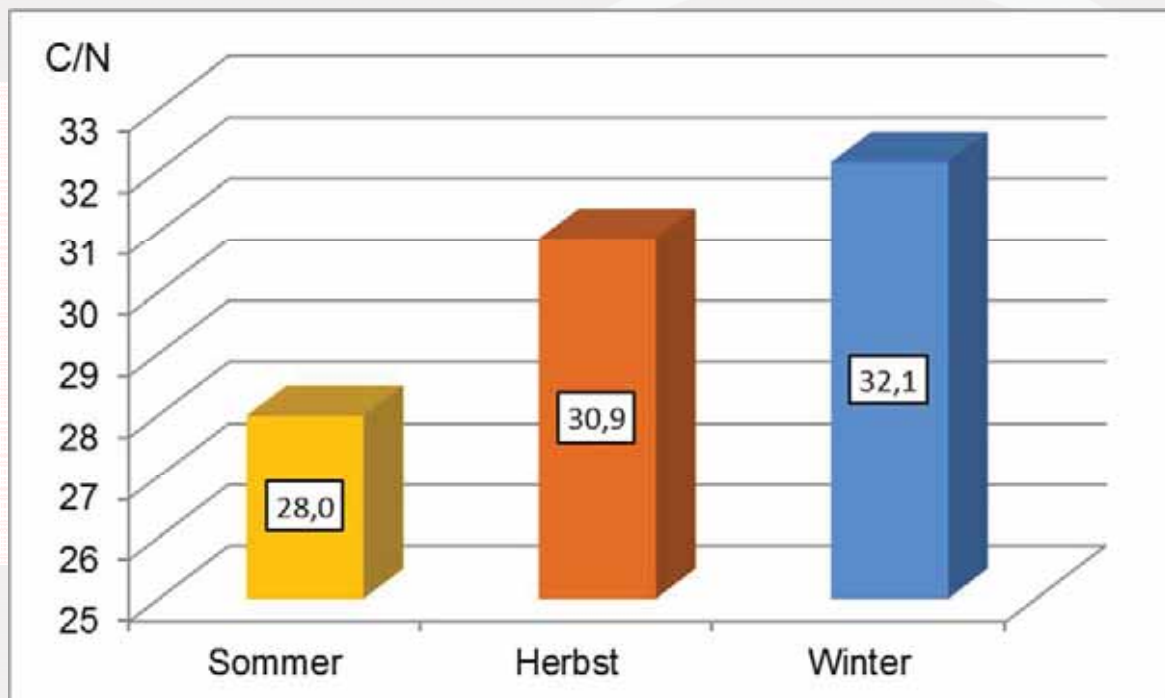


- Was ist Qualität?
  - Inhaltsstoffe (N, P, K, Spurenelemente)
  - Humuswert? (C/N-Verhältnis)
  - physikalischen Eigenschaften (Struktur, Wasserhaltevermögen,...)
  - pH-Wert – basisch wirkend
- Klassisch beurteilt ist der Wirtschaftsdünger aus Kompostställen ein langsam wirkender organischer Dünger mit einem guten Bodennährwert (Langzeitdünger), geeignet für alle Kulturen, ohne „(kritisches) Emissionspotential“

# Spannweite der TM der Komposte von 23 Kompoststallbetrieben zu 3 Jahreszeiten



# C/N Verhältnis – Kompostreife?!



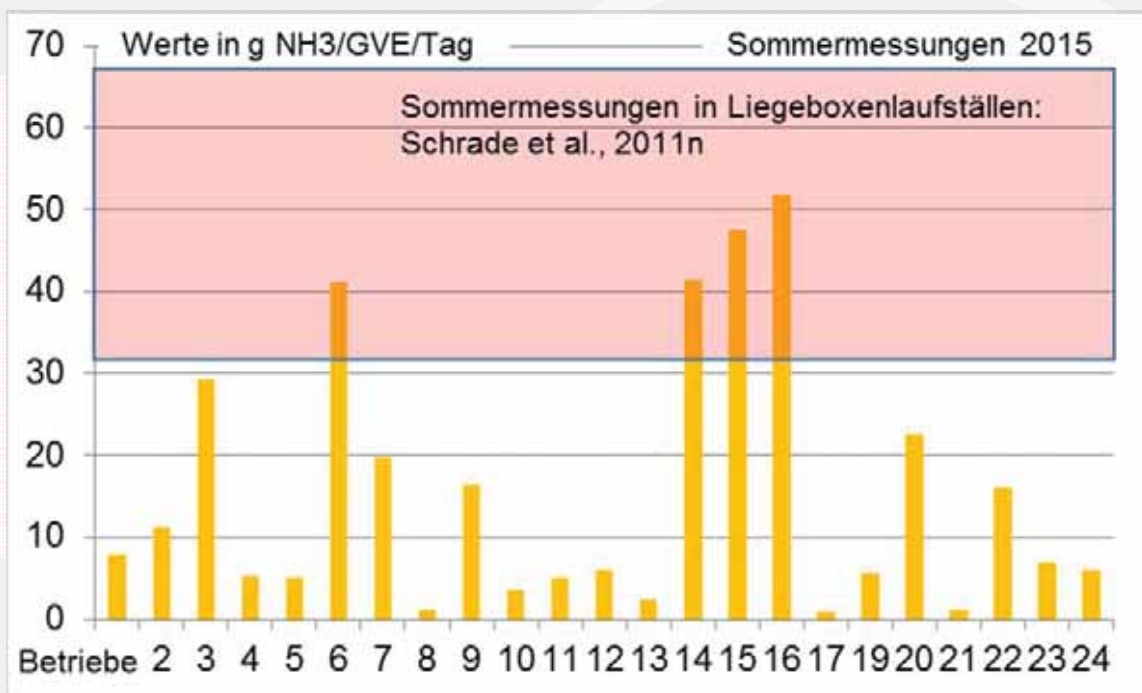


# Fertiger Kompost



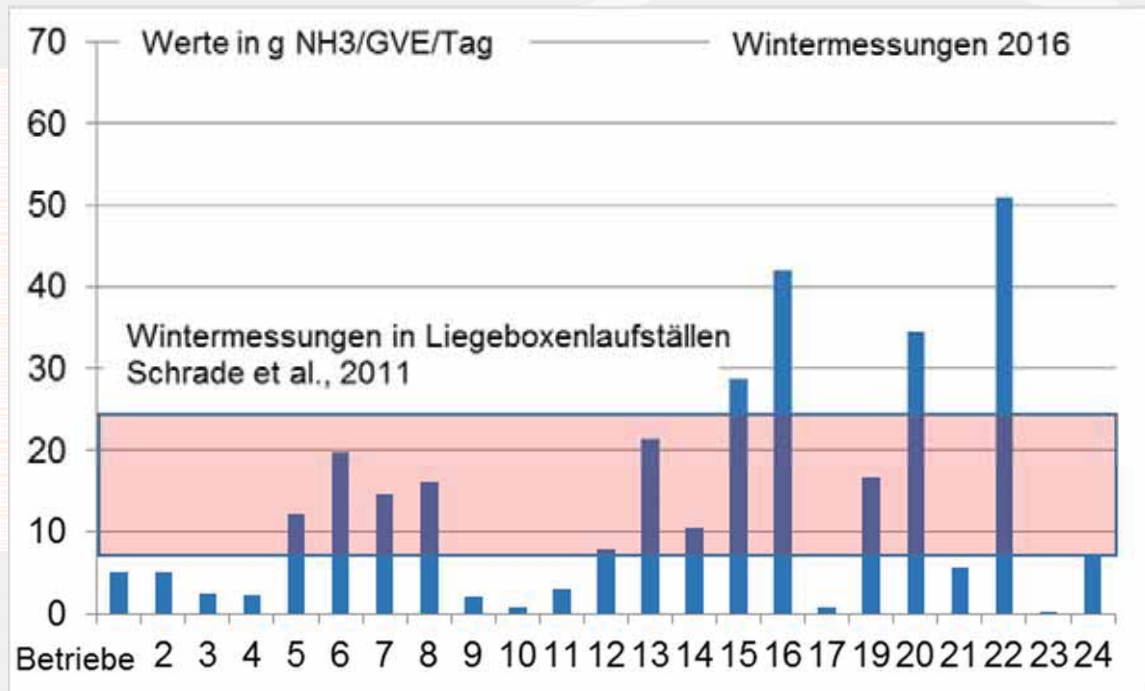
# Ammoniakemissionen – Sommer

Messwerte von 23 Kompoststallbetrieben, 2015/16



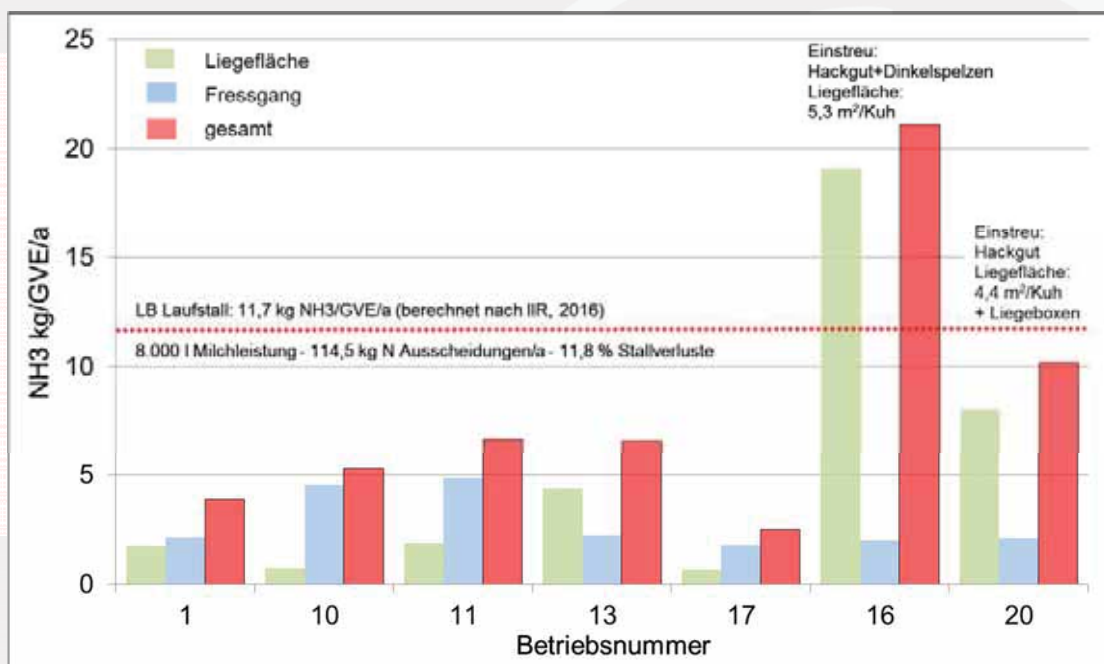
# Ammoniakemissionen – Winter

Messwerte von 23 Kompoststallbetrieben, 2016

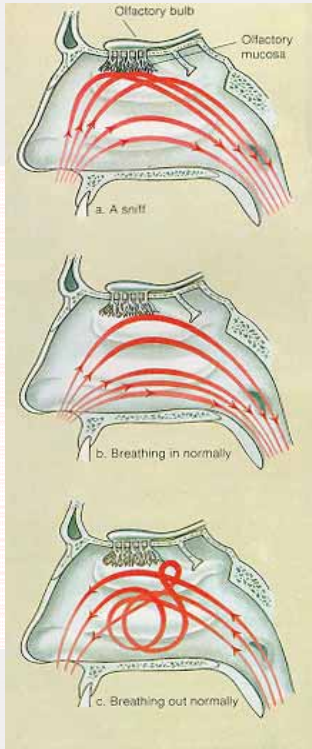


# Ammoniakemissionen – Kompoststall

Messwerte von 23 Kompoststallbetrieben, 2015/16







# Analyse von Geruch

## Volatile Organic Compounds

### Flüchtige organische Verbindungen

Geruch ist an die Flüchtigkeit von Verbindungen gebunden

Alle geruchsaktiven Verbindungen sind flüchtig, aber nicht alle flüchtigen Substanzen riechen!

Verbindungen mit einem Molekulargewicht über 300 Dalton weisen keine Geruchsaktivität auf

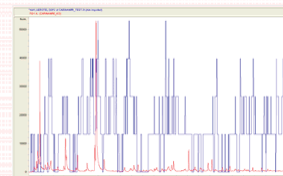
Im Gegensatz zu den Grundgeschmacksarten kann eine Verbindung an mehrere Rezeptoren binden. Dadurch ergeben sich wesentlich mehr Möglichkeiten. Man kann bis zu 10.000 Gerüche unterscheiden!

## Analysenschema

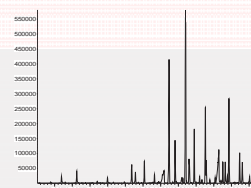


Geruchsbeschreibung
Pilz, Waldboden
<b>Erbrochenes, schweißig, käsig</b>
verdorbenes Obst, käsig, stechend
<b>fettig, ranzig, zitronig</b>
Schmierseife, fettig

1

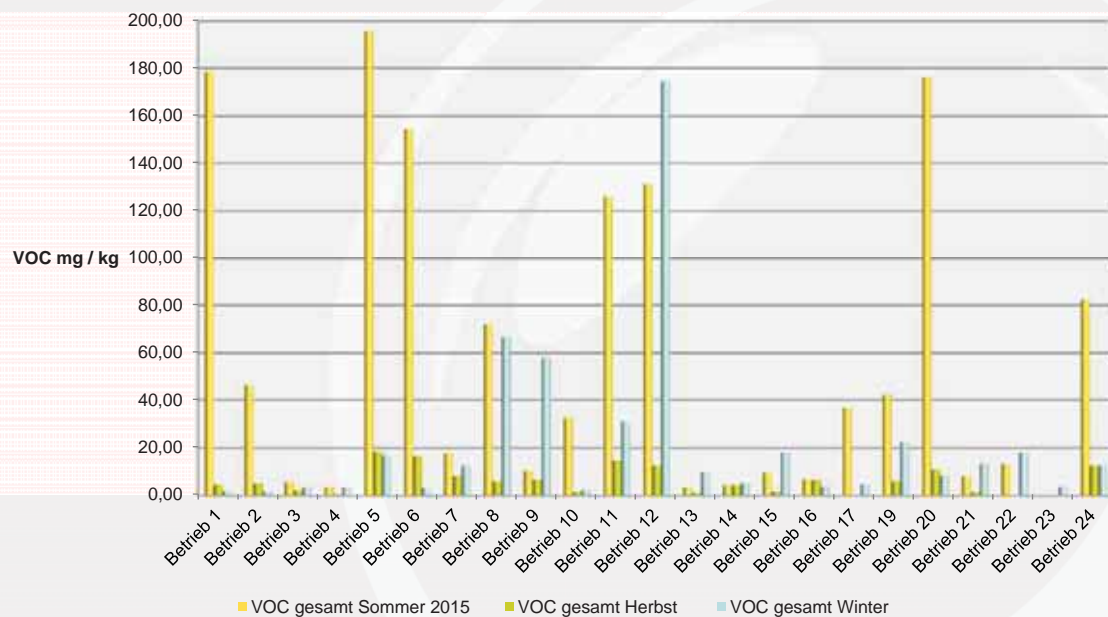


2

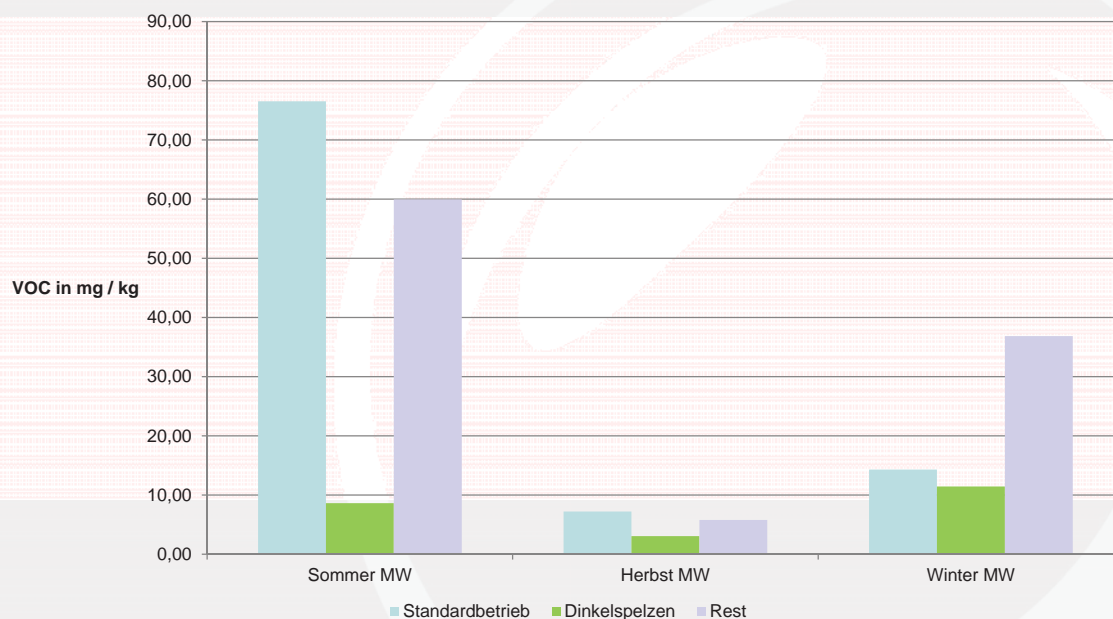


3

# Ergebnisse VOC – Jahreszeiten



# VOC- Jahreszeiten gruppiert nach Einstreumaterialien

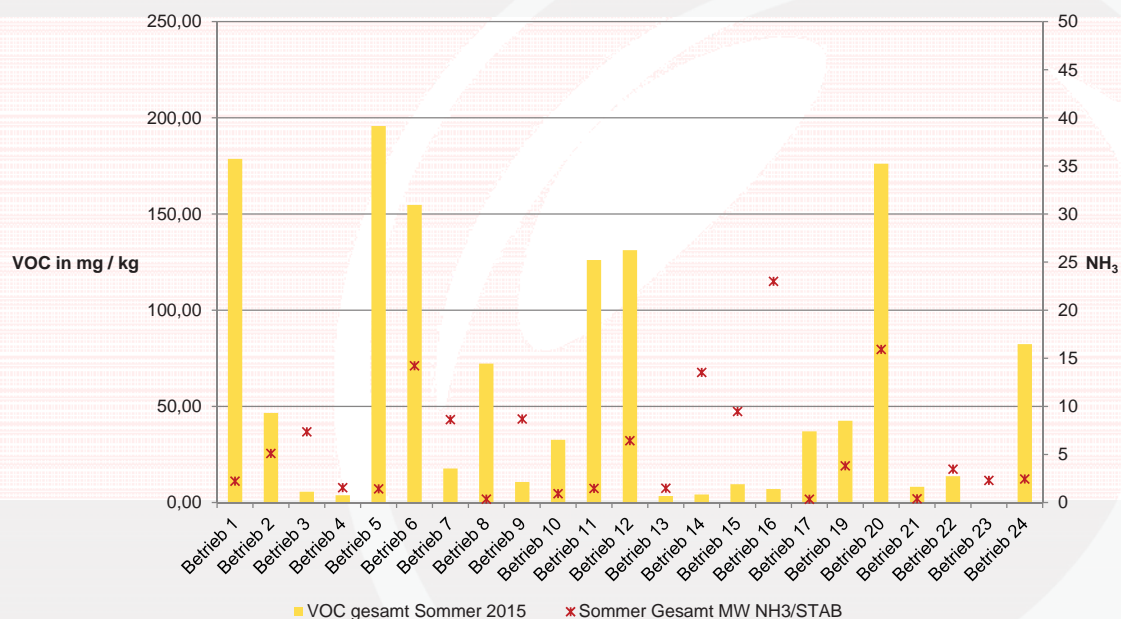




# Interpretation der VOCs

- Daten streuen sehr
- VOC steigen nach Sommer > Herbst > Winter
- Bearbeitung mit Fräse tendenziell höhere VOCs als mit Grubber
- Standardeinstreu zeigt höhere VOCs als Dinkelspelzen und andere Alternativen

# Gibt es einen Zusammenhang zwischen VOC und NH<sub>3</sub> ?

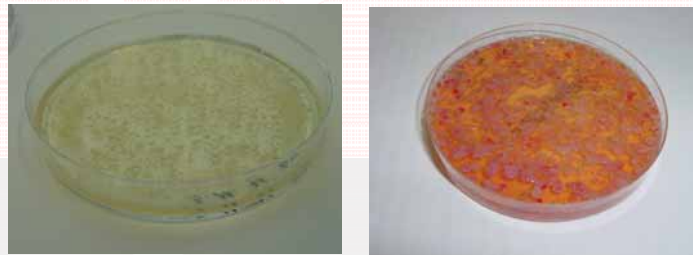


# Analyse der Mikrobiologie

## Colony Forming Unit (CFU/g)

- Koloniebildende Einheit (KBE/g)

- Quantifizierung von Mikroorganismen in einem Material mittels Kulturen
- Lebendzellzahl: die Anzahl an lebenden (vermehrungsfähigen) Zellen in einer mikrobiellen Population.



## Isolierung von Mikroorganismen



Probennahme im Stall



Mischkulturen auf unterschiedlichen Medien

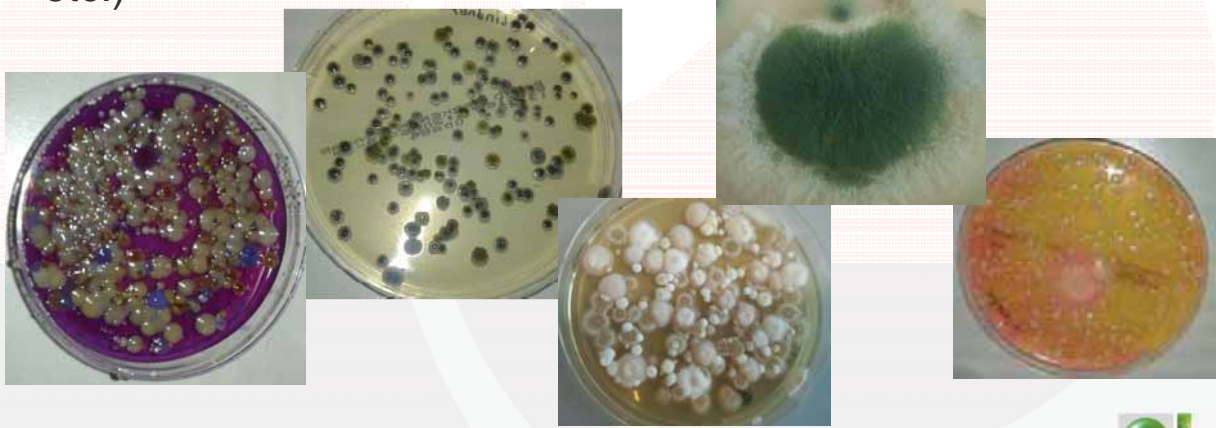


Reinkulturen



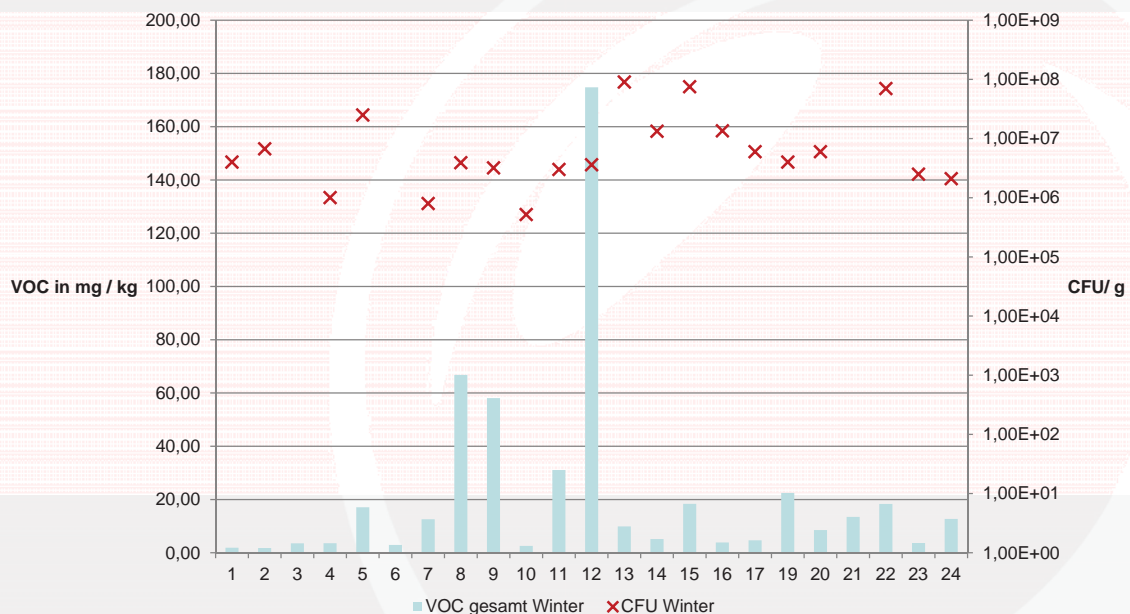
# Mikrobiologisches Screening

- Selektivnährmedien für Bestimmung der Gesamtkeimzahl und für die Analyse auf das Vorhandensein von bekannten Schadkeimen (*Staphylococcus aureus*, extrem thermophile aerobe Sporenbildner - XTAS, Pseudomonaden, *Bacillus ssp.*, *Chlostridium perfringens* etc.)



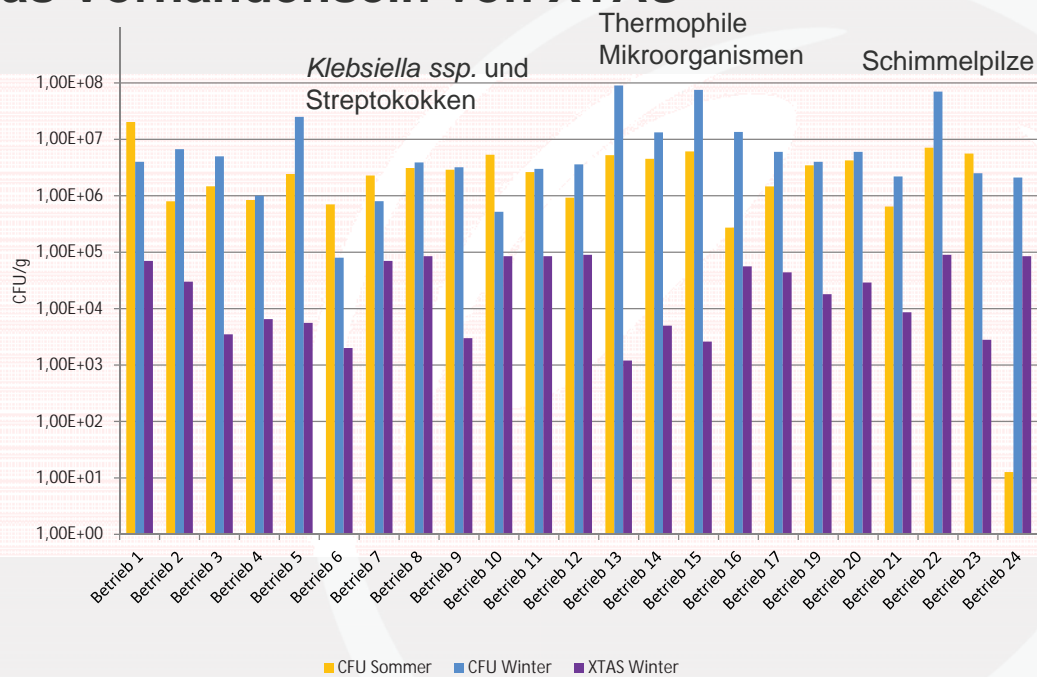
Bautagung Gumpenstein 16.5.2017

## Gibt es einen Zusammenhang zwischen Mikrobiologie und geruchsaktiven Emissionen (VOC)?



Bautagung Gumpenstein 16.5.2017

# Gesamtkeimzahl Sommer, Winter und das Vorhandensein von XTAS



## Interpretation der Mikrobiologie

- Leichte Steigung der Gesamtkeimzahl über die Jahreszeiten:  
Sommer < Herbst < Winter (v.a. Schimmelpilze → niedrige Temperatur der Kompostmistmatratze)
- Dinkelspelzen zeigen die höchsten Konzentrationen und eine veränderte Mikrobiologie (thermophile Mikroorganismen)
- XTAS vorhanden (extreme thermophile Sporenbildner) – Bedeutung? Grenzwerte?
- Standardeinstreu – niedrigste Gesamtkeimzahl
- Kaum Unterschiede in der Bearbeitung mit Fräse oder Grubber



# Probleme mit Mikroorganismen in den Griff bekommen...

- *Klebsiella* ssp.
- Darmbewohner
- *Klebsiella oxytoca* auch im Boden zu finden
- Einschleppung über Einstreu?
- Brauchen feuchte, sauerstoffarme Umgebung
- Lösung: vermehrte Nachstreu mit trockenem Material, verstärkte Bearbeitung um Sauerstoff auch in die unteren Schichten zu bringen



*Klebsiella oxytoca*  
auf McConkey Agar

## Stickstoffeffizienz auf einem Kompoststallbetrieb

- **N-Ausscheidung einer MK mit 9.000 Liter Jahresmilchleistung – 123,5 kg N/Jahr**
- **Feldfallend N-Düngerwert:**
  - a. Güllesystem: 91,4 kg – **32,1 kg** (LB-Stall)
  - b. Stallmist/Jauche: 77,5 kg – **46,0 kg**
  - c. Kompoststall: 99 (105) kg – **24,5 kg** (So?!)  
Verluste aus Stall-Lagerung-Ausbringung
- **Jahreswirksamkeit:**
  - a. Gülle: 91,4 kg – 70% = 64 kg N/Kuh/Jahr
  - b. Kompost: 50/50 kg – 70/10 % = 37 kg N/K/a  
bei langfristiger Betrachtung = Gesamtwirkung!

# Schlussfolgerungen



- Kompoststall für Rinder ist ein **innovatives Haltungssystem** mit hohem Tierkomfort
- Als **Gesamtsystem** beurteilt ist es auch ein System mit **geringeren N-Verlusten**
- Aus emissionstechnischer Sicht sind Kompostställe günstiger zu bewerten als LB-Laufställe!
- Kein Fliegenproblem (außer über das Güllesystem)
- Die Wirtschaftsdüngerqualität ist positiv zu bewerten (Struktur, Humuswert,...)

# Schlussfolgerungen



- Die Verfügbarkeit von kostengünstigen und geeigneten Einstreumaterialien bestimmen die Realisierbarkeit – die Einstreupalette groß!?
- Bei hohen Einstreupreisen wird das System ein Nischensystem bleiben (Tierwohl!)
- Dinkelspelzen, Müllereinebenprodukte, Maisspindeln,... → Temperatursteuerung
  - Vorsicht: höhere  $\text{NH}_3$ -Emissionen!
  - höhere Gesamtkeimzahl (CFU/g)
- Unterdachlagerung (Einlagerung) der Einstreu!

# Herzlichen Dank...

- ... dem BeevKomp – Team

Nina Haar, Larissa Kolb, Mathias Eisenhut, Erich Leitner,  
Christian Kapp, Markus Schwaiger, Sigrid Brettschuh, Gregor Köberl,  
Mario Hösl, Maximilian Kopper, Christoph Reisinger, Marcel Konrad



Mag. Dr. **Barbara Pöllinger-Zierler**

[barbara.zierler@tugraz.at](mailto:barbara.zierler@tugraz.at)

Technische Universität Graz

Institut für Analytische Chemie und  
Lebensmittelchemie



DI **Alfred Pöllinger**

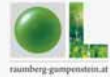
[alfred.poellinger@raumberg-gumpenstein.at](mailto:alfred.poellinger@raumberg-gumpenstein.at)

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Institut für Tier, Technik und Umwelt (TTU)



Bautagung Gumpenstein 16.5.2017



**Danke für die Aufmerksamkeit**

**Mit finanzieller Unterstützung der Firmen**

