

EmiSladd

Güllezusätze und deren Emissionsminderungspotential

Abschlussbericht für das Produkt: MOOSECK SOHLE 6-7



Abschluss – Mooseck Sohle 6-7

Projektleitung:

DI Andreas Zentner, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

DI Alfred Pöllinger-Zierler, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Sigrid Brettschuh, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Stefan Danglmaier, Raumberg-Gumpenstein Research&Development

Aktueller Projektpartner:

Bodenkalk e.Gen.

Liebenauer Hauptstraße 34/2/3

8041 Graz

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

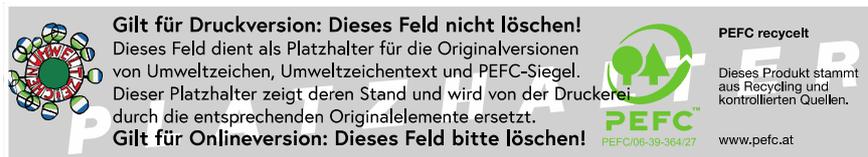
raumberg-gumpenstein.at

Autorinnen und Autoren:

DI Andreas Zentner

DI Alfred Pöllinger-Zierler

Fotonachweis:



Irdning, 2019. Stand: 27. Jänner 2022

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtssprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an andreas.zentner@raumberg-gumpenstein.at.

Inhalt

Ergebnisbericht zur Gülleuntersuchung des Additives: „Mooseck Sohle 6-7“	5
Versuchsgülle	5
Gülleanalysen.....	5
Versuchsaufbau.....	7
Versuchsparameter und Einstellungen:.....	7
Erhobene Daten:	7
Ergebnisse.....	9
Gülleanalysen:.....	9
Emissionserhebung- Güllemitteluntersuchungsanlage_HBLFA Raumberg- Gumpenstein:	10
Ergebnisse der olfaktometrischen Analyse und Schwimmdeckenbildung.....	22
Fazit	24

Ergebnisbericht zur Gülleuntersuchung des Additives: „Mooseck Sohle 6-7“

Versuchsgülle

Grundlage ist die Gülle eines Milchviehbetriebes mit einzelnen Masteinheiten in der Nähe des Versuchsstandortes. Die Fütterung, Haltung und das Güllemanagement entsprechen der, eines durchschnittlichen Betriebes (7.505 kg Milch) und es werden keine Hilfsstoffe in der Fütterung oder für die Gülleaufbereitung eingesetzt. Dieser flüssige Wirtschaftsdünger wird für verschiedene Versuchsansätze an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein herangezogen. Für nähere Details zum Betrieb liegt eine genaue Beschreibung vor.

Gülleanalysen

Die Rohgülle wurde im Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein auf deren Inhaltsstoffe untersucht. In der Tabelle 1 sind die Analyseergebnisse (September 2021) ersichtlich. Die Werte entsprechen einer durchschnittlichen Rindergülle eines Milchviehbetriebes. Wichtig für die Emissionsuntersuchungen ist ein entsprechend hoher Wert an Ammoniumstickstoff-NH₄, um eine mögliche emissionsmindernde Wirkung gut darstellen zu können. Mit ca. 2,05 g/kg NH₄-Stickstoff ist dies auf jeden Fall gegeben.

Tabelle 1: Gülleanalyse der Rohgülle im September 2021 (Praxisbetrieb) in doppelter Ausführung_ RG=Rohgülle_Angaben in g/kg (HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2021)

Gülleart	TM	Asche	Ca	Mg	K	P	Nges.	NH ₄ -N	pH-Wert	S in TM
RG_Analyse 1	68,87	14,34	1,18	0,62	3,02	0,53	3,45	2,05	7,289	5,36

Der TM-Gehalt entspricht mit 6,8 % einer typischen Rindergülle und weist nur auf eine durchschnittlich gute Wasserverdünnung hin (1: 0,5). Die sonstigen Werte entsprechen der Praxis, wie in der Tabelle 1 ersichtlich ist.

Gülleadditiv: „Mooseck Sohle 6-7“ (Angaben laut Hersteller)

Das Produkt besteht aus natürlichem, selektiv im Bergbau durch Sprengung gewonnenen Calciumsulfat Anhydrit. Durch Brechen und anschließendes Mahlen in einer Kugelmühle wird ein feinstvermahlendes Naturgipsmehl hergestellt. Der Reinheitsgrad dieses Produktes liegt bei 95 % Calciumsulfat.

Die Löslichkeit des Produktes beträgt ca. 2,7 g/l bei 20 °C. Um die konstante Qualität und Reinheit sicherzustellen werden bereits im Bergbau Analysen durchgeführt. Bei der Produktion erfolgt eine kontinuierliche Kontrolle hinsichtlich Reinheit und Feinheit.

An natürlichen Verunreinigungen finden sich geringe Mengen Calcit, Dolomit, Magnesit und Tonminerale im Rohgips.

Produktspezifikationen:

- Produktbezeichnung: Mooseck Sohle 6-7
- Inhaltstoffe: Mischung aus Anhydrit (CaSO_4) + Dihydrat ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$) >40%
 SO_3 , entspricht > 16 % S, entspricht > 48% SO_4
- Menge/ m^3 : 20 kg/m^3
- Preis/t: 300 €/t

Anwendungsbeschreibung (Angaben laut Hersteller)

Die Gülle wird sorgfältig homogenisiert und anschließend das Produkt, während des Mixvorganges im angegebenen Mengenverhältnis eingeblasen. Bei kleineren Mengen (25 kg Säcke) kann das Produkt ebenfalls langsam eingerührt werden.

Versuchsaufbau

Der Versuch wurde laut Güllemitteluntersuchungsprotokoll_2020 der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (in Anlehnung an die VERA-Protokolle) durchgeführt. Die Datenerhebung dauerte drei Wochen, wobei die Geruchserhebung mittels Olfaktometrie wöchentlich (immer am Mittwoch) durchgeführt wurde.

Untersucht wurden die Auswirkungen auf Emissionen von Rindergülle in der Lagerphase durch Zugabe von „Gipsmehl-Charge1“.

Versuchsparameter und Einstellungen:

- Lagerzeitraum: 02. August bis 24. August 2021 (3 Wochen)
- Lagertemperatur: 18 °C
- Güllemenge je Versuchsbehälter: 180 kg
- Versuchsvariationen:
 - 4 Behälter ohne Zuschlagstoff (unbehandelt)
 - 4 Behälter mit 20 kg/m³ Gipsmehl-Charge1 (behandelt)
 - 1 Behälter ohne Gülle (Kontrolle)
- Strömungsgeschwindigkeit der belüfteten Behälter:
 - 0,5 – 1 m/s über Flüssigkeitsoberfläche
 - 2,5 m/s in Beruhigungszone
 - Entspricht einer Luftmenge: 17,64 m³/h = 21,61 kg/h (ρ Luft (15°C) = 1,225 kg/m³)
- Bewegung der Gülle: 2 x täglich für 15 min rühren (6:00 Uhr und 18:00 Uhr)

Erhobene Daten:

- Ammoniak_NH₃ (ppm)
- Methan_CH₄ (ppm)
- Lachgas_N₂O (ppm)
- Schwefelwasserstoff_H₂S (ppm)
- Kohlendioxid_CO₂ (ppm)
- pH-Wert
- Gülletemperatur (°C)
- Lufttemperatur (°C) in der Beruhigungszone
- Luftfeuchtigkeit (%) in der Beruhigungszone
- Luftgeschwindigkeit (m/s) in der Beruhigungszone

Die 8 Versuchsbehälter zu je 180 l Fassungsvermögen wurden am 02.08.2021 um 09:00 Uhr mit Rohgülle (siehe Punkt „Versuchsgülle“ und „Gülleanalysen“) befüllt. Anschließend wurde das Gülleadditiv in 4 Behälter zu je 3,6 kg/180 l langsam eingerührt. Nach dem Rührvorgang (20 Minuten für die Menge von 180 l) starteten die Aufzeichnungen. Das Versuchsdesign bestand somit aus 4 Behältern mit Rohgülle und 4 Behältern mit Rohgülle + Zuschlagstoff, die zeitgleich bemessen wurden. Die gesamte Datenaufzeichnung lief ca. 22 Tage (24h Aufzeichnung).

Nach Ablauf der Messperiode wurden Gülleproben der „Rohgülle“ und der „Gülle + Gipsmehl-Charge1“ gezogen und im Analyselabor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein analysiert.

Ergebnisse

Gülleanalysen:

Analysen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein:

Zu Beginn der Messperiode wurde eine Probe der verwendeten Gülle analysiert. Des Weiteren wurde am Ende der Messperiode eine Probe der Variante „Rohgülle“ und der Variante „Rohgülle + Gipsmehl-Charge1“ gezogen. Die Auswertung dieser Analyse ist in Tabelle 2 abzulesen.

Tabelle 2: Gülleanalyse der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung Analytik. RG=Rohgülle, Angaben in g/kg FM

Probe	Gülle- behandlung	Parameter								
		TM Trocken-	pH- Wert	gesamt- Stickstoff	Ammonium- Stickstoff	Ca	Mg	K	P	S in TM
RG_Beginn	unbehandelt	68,87	7,28	3,45	2,05	1,18	0,62	3,02	0,53	5,36
RG_Ende	unbehandelt	77,34	7,29	3,31	1,85	1,21	0,64	3,04	0,54	5,34
RG_Ende	behandelt	80,49	7,19	3,22	2,00	4,54	0,70	2,94	0,52	39,79

Die Tabelle 2 zeigt die Gülleanalysen der Rohgülle (frisch aus Güllelager) vor Messbeginn und nach drei Wochen Messdauer beider Varianten. Bei Messende zeigen die Parameter Mg, K, P einen leicht höheren Wert als zu Messbeginn. Dies ist durch die beginnende Volumenreduktion in den einzelnen Behältern über die Messperiode hinweg zu erklären - dadurch haben sich die Konzentrationen einzelner Inhaltsstoffe leicht erhöht. Der höhere Calcium-Gehalt der behandelten Gülle resultiert insbesondere aus dem Eintrag des Produktes (CaSO_4). Auffällig ist der etwas reduzierte pH-Wert der behandelten Gülle mit dem Additiv, was zu einer Reduzierung der Ammoniakfreisetzung führte. Dieses Ergebnis wird unter Punkt Ergebnisse näher erläutert. Die größte Veränderung ergibt sich aber bei Schwefel in der Analyseprobe. Dies ist durch den Zusatz des Produktes CaSO_4 zu erklären (16 % Schwefel aus Sulfat). Da der Schwefel als Sulfatform mit Sauerstoff stark verbunden ist, kann es zu keiner Bildung von gefährlichen Schwefelwasserstoff kommen, wie es etwa bei Produkten mit elementarem Schwefel der Fall wäre.

Emissionserhebung- Güllemitteluntersuchungsanlage_HBLFA Raumberg-Gumpenstein:

Die erhobenen Daten durch die Güllemitteluntersuchungsanlage der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden mit dem statistischen Programm SPSS verarbeitet. Angeführt wird eine Übersicht der Varianten (BoxPlot), eine Untersuchung auf Unterschiede zwischen den Varianten (T-Test), Korrelationen zwischen Methan und anderen Einflussgrößen (Parameter) sowie einer Kovarianzanalyse (ANCOVA) verschiedener Parameter. Erkannte Unterschiede werden als signifikant ($p < 0,05$) und höchst signifikant ($p < 0,01$) eingestuft.

Zu erwähnen ist, dass wie unter Punkt „Versuchsaufbau“ genannt, neben Methan auch NH_3 (Ammoniak),

N_2O (Lachgas) und H_2S (Schwefelwasserstoff) bemessen wurden.

Allgemeine statistische Kennzahlen:

Tabelle 3: Beschreibende Statistik zu den einzelnen Parametern (Gaswerte in ppm)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung	Varianz
NH₃	4566	9,63	32,25	20,12	3,79	14,39
CH₄	4566	,00	235,74	9,98	15,61	243,54
N₂O	4566	,00	1,91	,47	,16	,03
H₂S	4566	,00	639,19	10,43	26,15	683,63
pH-Wert	4566	6,9	7,4	7,11	,12	,01

Aus den einzelnen Messdaten wurden Stundenmittelwerte gebildet und anschließend mit knapp 4566 Werten je Parameter weiter gerechnet. Wichtig dabei ist zu erwähnen, dass die Messungen in der Zeit der Rührintervalle miteinbezogen wurden. In Tabelle 3 können das Minimum und das Maximum sowie die Standardabweichung und die Varianz abgelesen werden. Auffällig ist die große Streuung vor allem bei Methan (243,54 ppm), Schwefelwasserstoff (683,63 ppm) und Ammoniak (14,39 ppm), welche aber durch die erhöhten Ausgasungen bei den Rührintervallen zu erklären ist. Die einzelnen Peaks verursachen den großen Unterschied zwischen Minimum 0,00 ppm und Maximum 639,19 ppm beispielsweise bei H_2S .

Emissionserhebung- METHAN (CH₄):

Abb. 1: Konzentrationen von Methan in der Abluft je Behälter in ppm über gesamte Messperiode - nicht ausreißerbereinigt

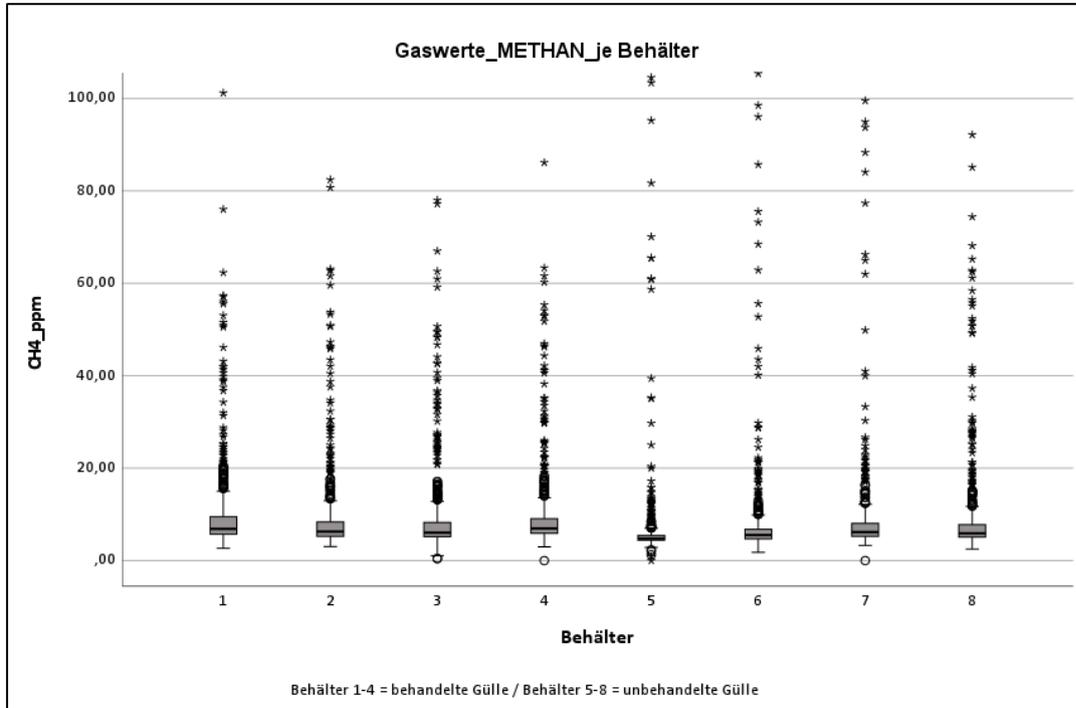
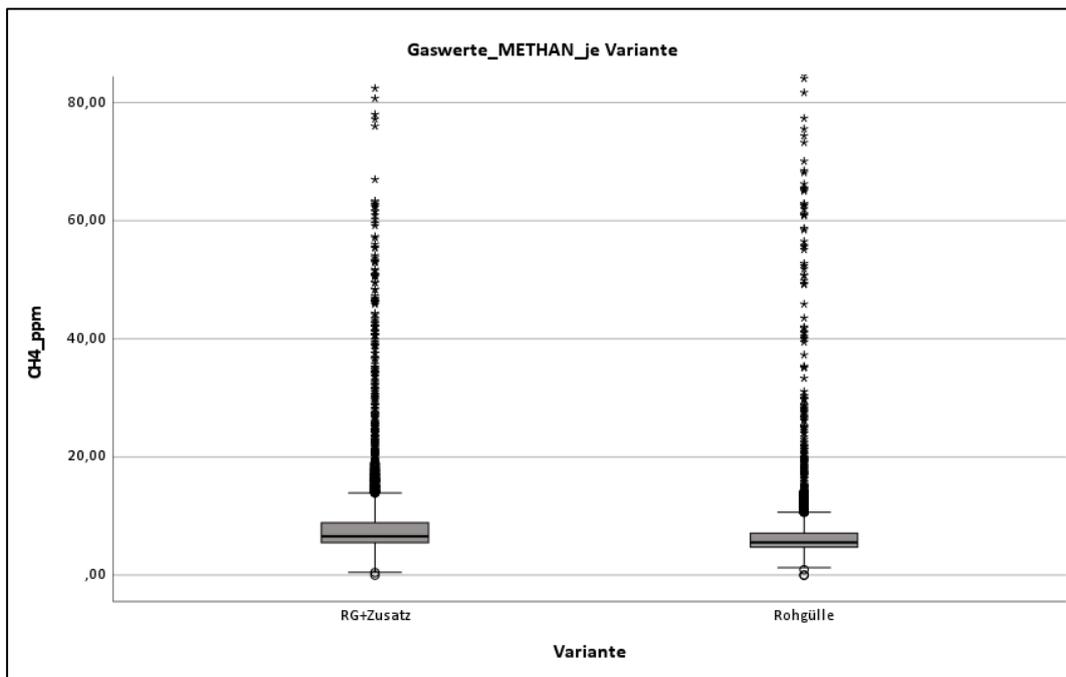


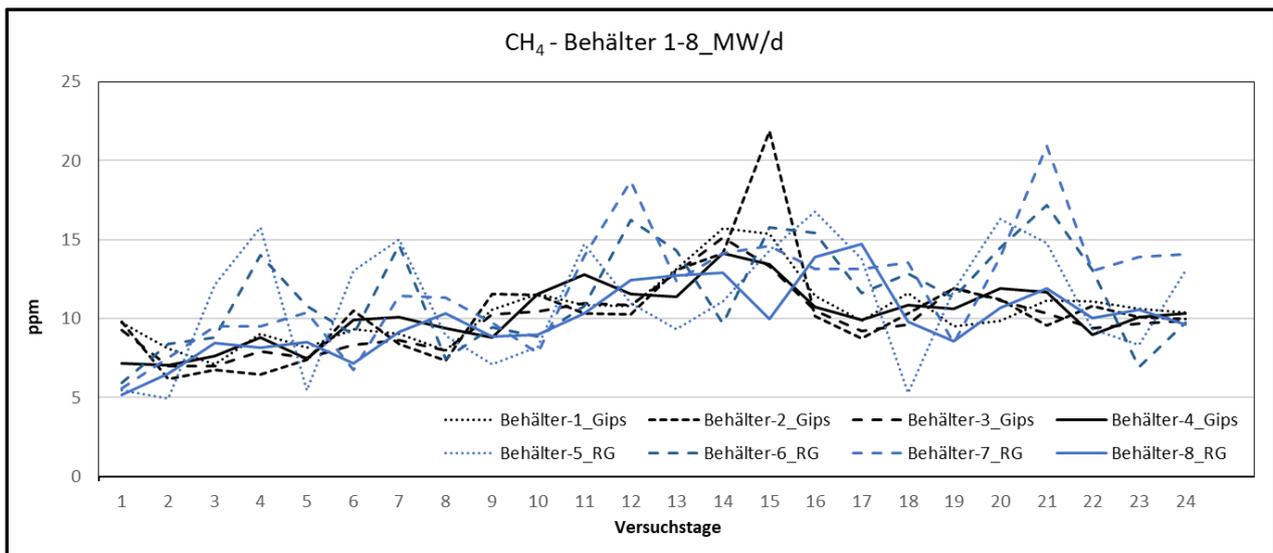
Abb. 2: Konzentrationen von Methan in der Abluft je Variante in ppm über gesamte Messperiode - nicht ausreißerbereinigt



Mit einem Maximum von 235,74 ppm wurden die Skalierung der Abbildungen 1 und 2 auf 100 ppm beziehungsweise 80 ppm gekürzt, um die Ergebnisse besser zu veranschaulichen. Um die maximalen Ausgasungen bei Rührintervallen zu erkennen, wurde auch keine Ausreißerbereinigung durchgeführt. Die statistische Auswertung ergab dabei keinen signifikanten Unterschied zwischen den Behältern und auch nicht zwischen den beiden Varianten, wie in Abbildung 1 und 2 ersichtlich ist.

Die Korrelationsanalyse ergab des Weiteren, dass CH₄ positiv mit dem Ammoniak, Lachgas (N₂O), pH-Wert und der Gülletemperatur korreliert (höchst signifikant), womit diese einen Einfluss auf den Methanausstoß haben können.

Abbildung 3: Verlauf der Methanemissionen über die Messperiode hinweg. Schwarz sind Behälter mit behandelter Gülle (Additiv) und blau die Behälter mit Rohgülle



Des Weiteren wird in Abbildung 3 der Emissionsverlauf von Methan über die Messperiode hinweg dargestellt. Die X-Achse gibt dabei die Versuchstage wieder und die Y-Achse die Methanmenge in ppm. Die blauen Linien bilden die einzelnen Behälter mit Rohgülle und die schwarzen Linien die Behälter mit dem Produkt „Mooseck Sohle 6-7“ ab. Auch hier zeigt sich kein wesentlicher Unterschied wie auch schon in Abbildung 1 und 2 erläutert.

Emissionserhebung- Ammoniak (NH₃):

Abbildung 4: Konzentration der Ammoniakemissionen je Behälter in ppm über gesamte Messperiode - nicht ausreißerbereinigt

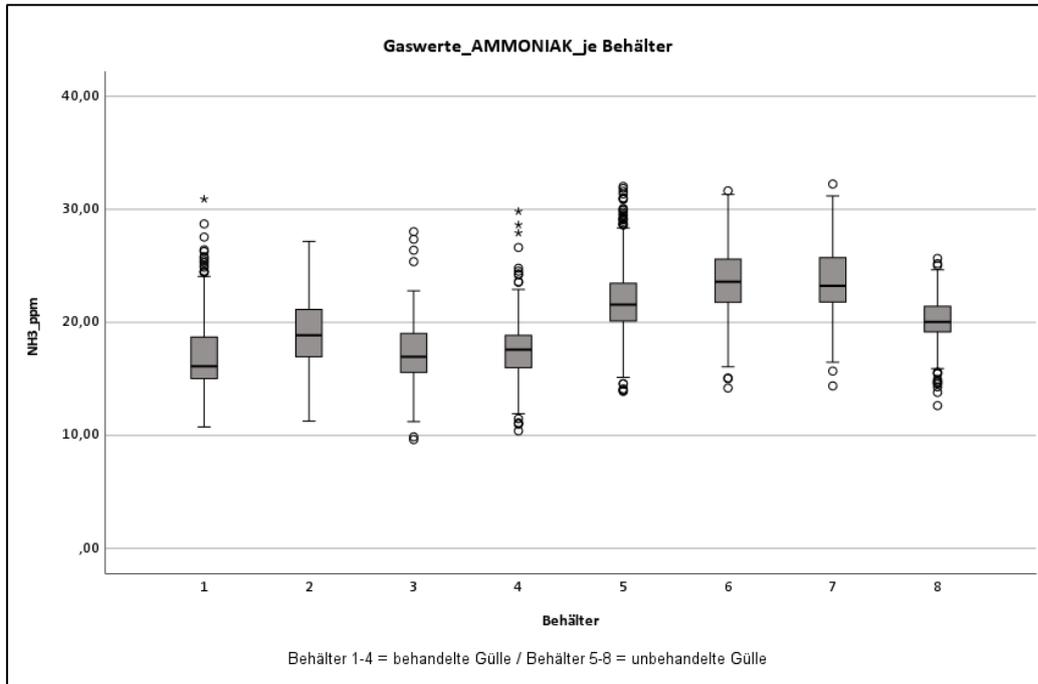


Abbildung 5: Konzentration der Ammoniakemissionen je Variante in ppm über gesamte Messperiode - nicht ausreißerbereinigt

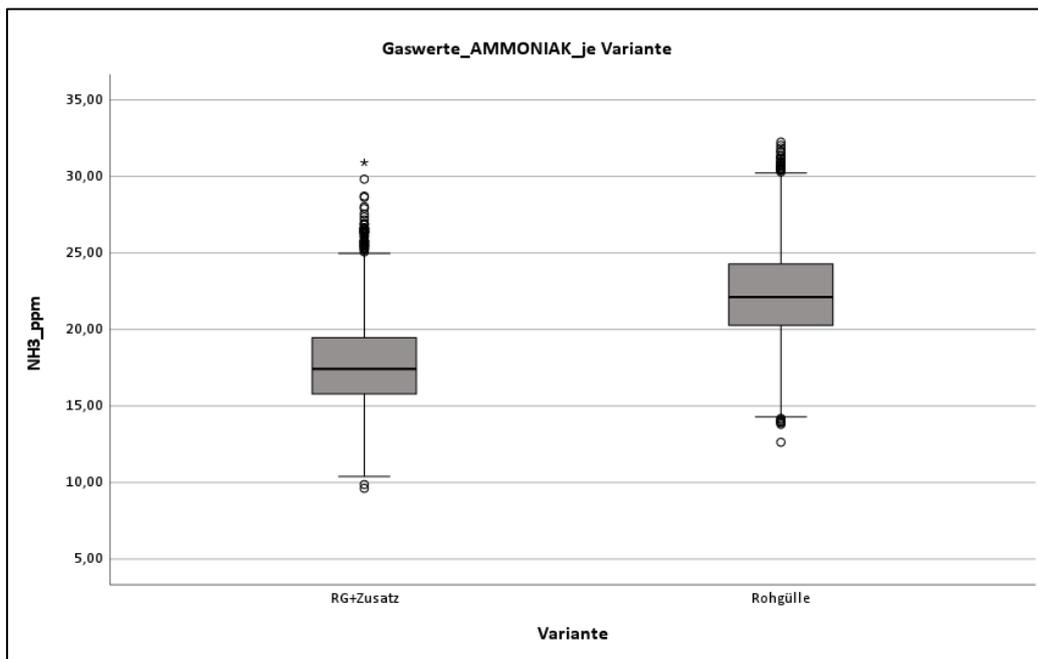
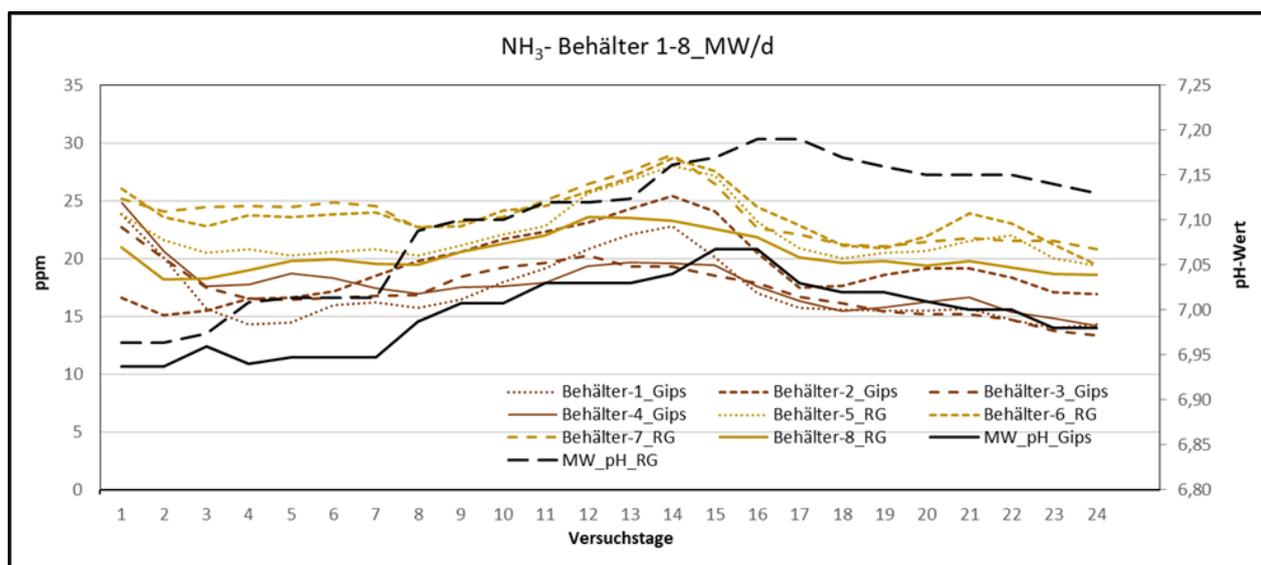


Abbildung 4 und 5 zeigen den Vergleich der Ammoniakfreisetzung zwischen der Rohgülle und der behandelten Gülle je Behälter und je Variante. Auf der X-Achse sind die Behälter 1-8 oder wie in Abbildung 5 die beiden Varianten abgebildet. Auf der Y-Achse ist je Abbildung die Gasfreisetzung in ppm angegeben. Die emittierende Gasmenge entspricht der einer durchschnittlichen Rindergülle. Auffällig ist die höchst signifikant ($p < 0,01$) geringere Ausgasung der behandelten Gülle (Abbildung 4 und 5) mit „Mooseck Sohle 6-7“ was bei einem Mittelwertvergleich (beider Varianten über den Messzeitraum) einer 20 %igen Reduktion entsprechen würde. Der pH-Wert der behandelten Gülle liegt ebenfalls unter der der Rohgülle was sich in der geringeren Ammoniakausgasung widerspiegelt (Abbildung 7). Ob sich dieser positive Trend auch über den erfolgten Messzeitraum hinaus fortsetzt, kann hier nicht nachgewiesen werden - es bedarf einer längeren Messperiode.

Des Weiteren zeigen die Daten eine positive Korrelation des Ammoniaks mit Methan, Schwefelwasserstoff, dem pH-Wert und der Gülletemperatur.

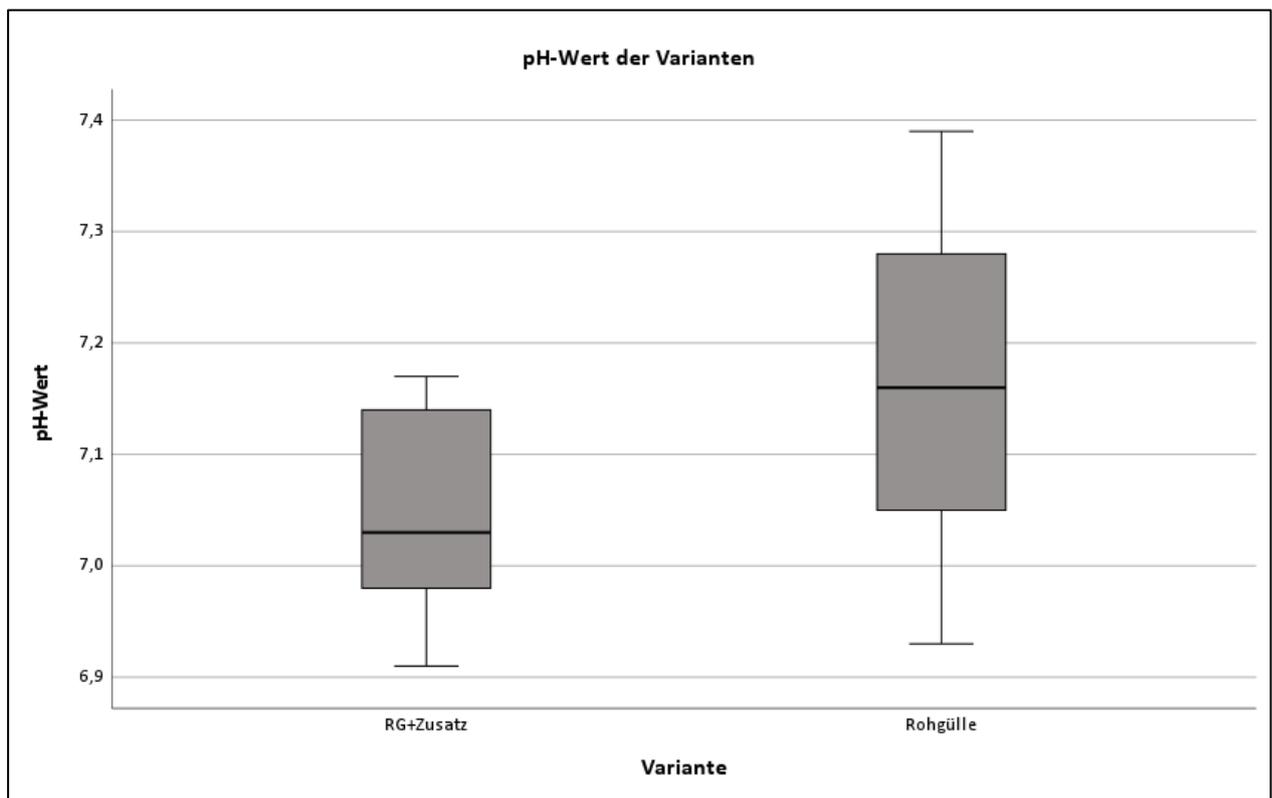
Die anschließend durchgeführte Regression ergab ein Bestimmtheitsmaß (R^2) von $0,858 \rightarrow 85,8\%$ der Variabilität können durch das angewandte Modell erklärt werden. Dieses Ergebnis ist unter den Umständen, dass die Daten nicht ausreißerbereinigt worden sind, als durchaus gut anzuerkennen.

Abbildung 6: Verlauf der Ammoniakemissionen über die Messperiode hinweg. Braun sind Behälter mit behandelter Gülle (Additiv) und gelb die Behälter mit Rohgülle. pH-Wert für Rohgülle als schwarze, gestrichelte Linie und für behandelte Gülle als schwarzer durchgehender Strich.



Der Verlauf der Ammoniakemissionen ist in Abbildung 6 dargestellt. Die Grafik spiegelt auf der X-Achse die Versuchstage und auf der Y-Achse die Ammoniakbelastung in ppm wieder. Die Sekundärachse ist mit den Angaben des pH-Wertes belegt. Die braunen Linien zeigen die Verläufe von Ammoniak der behandelten Gülle mit „Mooseck Sohle 6-7“, die gelben Linien die der Rohgülle. Weiters veranschaulichen die beiden schwarzen Linien den pH-Verlauf beider Varianten (gestrichelt Rohgülle, durchgehend RG+Zusatz). Zu erkennen ist ein deutlicher Unterschied der beiden Varianten zugunsten der behandelten Gülle (braune Linien). Dieses Ergebnis spiegeln auch die pH-Wert - Verläufe wieder. Der pH-Wert der Rohgülle (gestrichelt) liegt über den Messverlauf hinweg deutlich über dem der behandelten Gülle.

Abbildung 7: pH-Wert je Variante über gesamte Messperiode



Emissionserhebung - Lachgas (N₂O):

Abbildung 8: Konzentration der Lachgasemissionen je Behälter in ppm über gesamte Messperiode - nicht ausreißerbereinigt

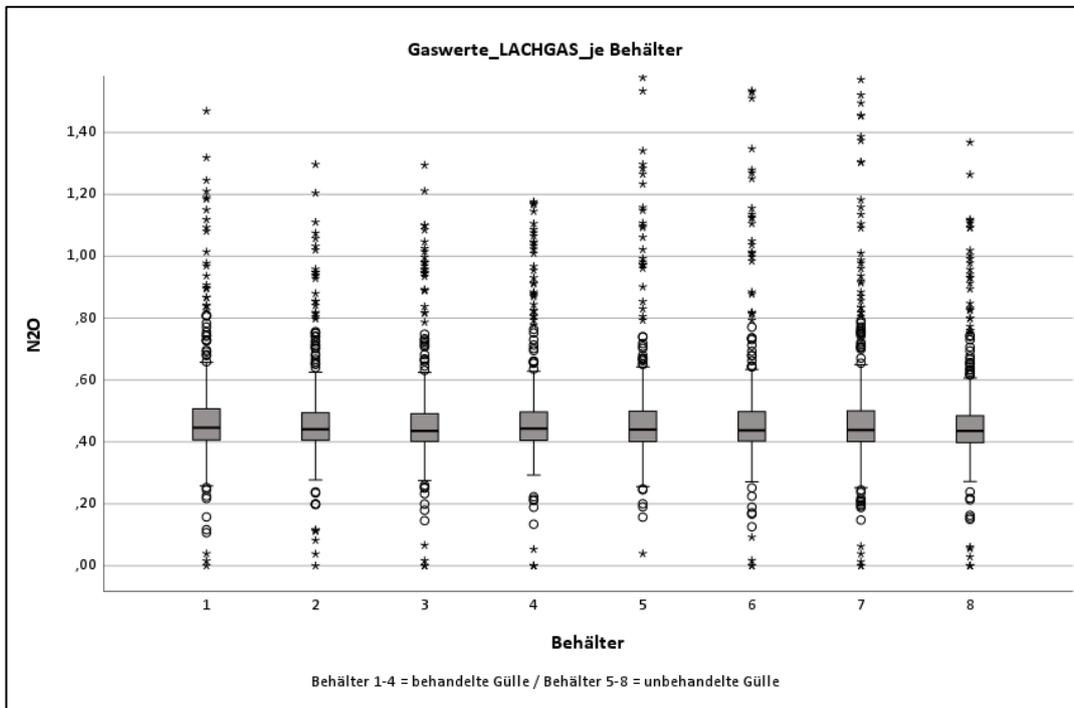
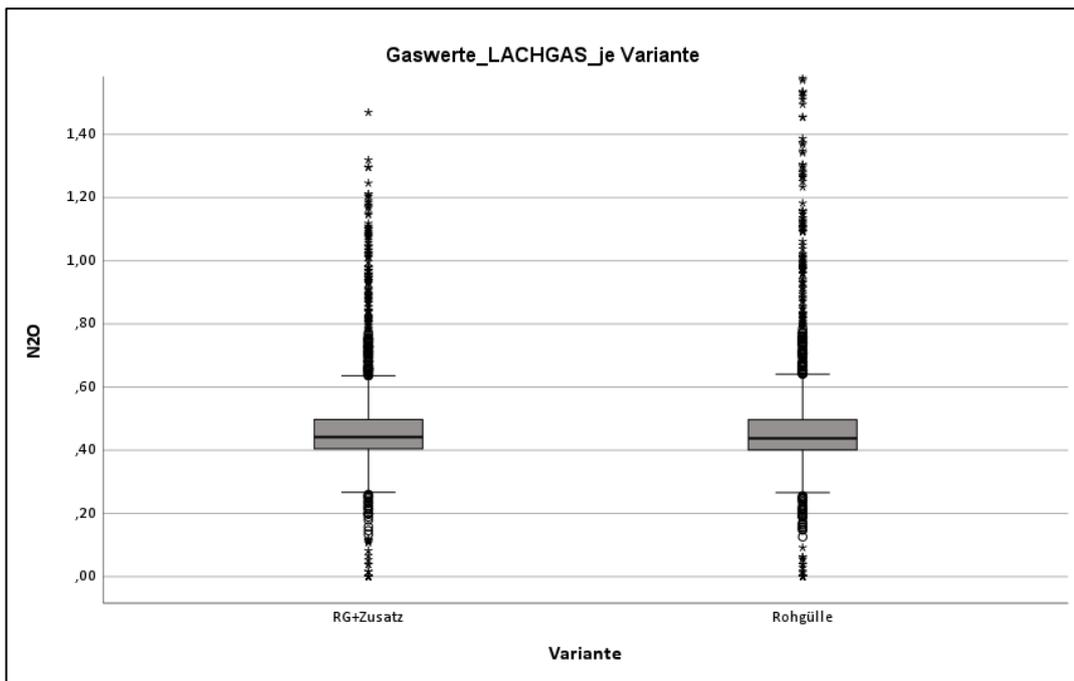


Abbildung 9: Konzentration der Lachgasemissionen je Variante in ppm über gesamte Messperiode - nicht ausreißerbereinigt



Ein wichtiger Parameter ist auch die Analyse der Emissionen aus Lachgas. Dieses äußerst stark wirkende Treibhausgas (GWP-Faktor ca. 265) sollte jedenfalls bei Messungen zur Güllelagerung und bei der Ausbringung stets miterhoben werden. In dieser Untersuchung lagen die Werte (Abbildung 8 und 9) in einem durchaus geringen Bereich zwischen 0 und 1,91 ppm. Natürlich haben auch hier die Ausreißer und Rührintervalle für eine starke Streuung der Daten gesorgt. Die statistische Auswertung hat hier keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Varianten oder zwischen den einzelnen Behältern gebracht.

Emissionserhebung - Schwefelwasserstoff (H₂S):

Abbildung 10: Konzentration der Schwefelwasserstoffemissionen je Behälter in ppm über gesamte Messperiode - nicht ausreißerbereinigt

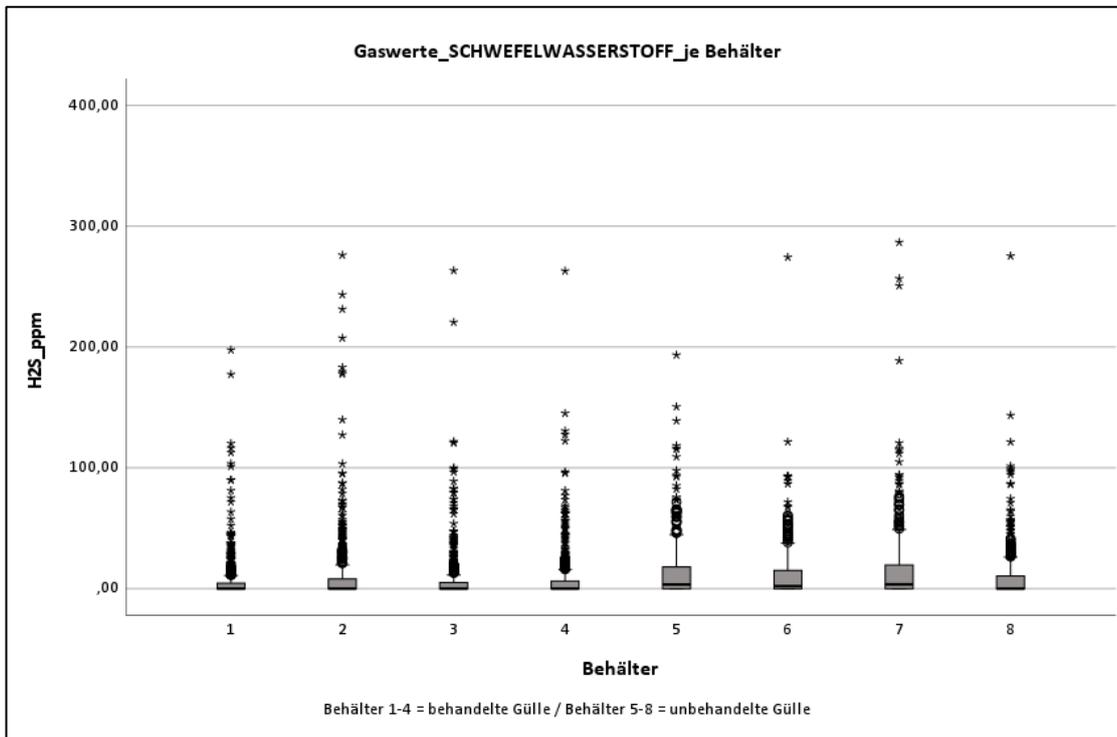
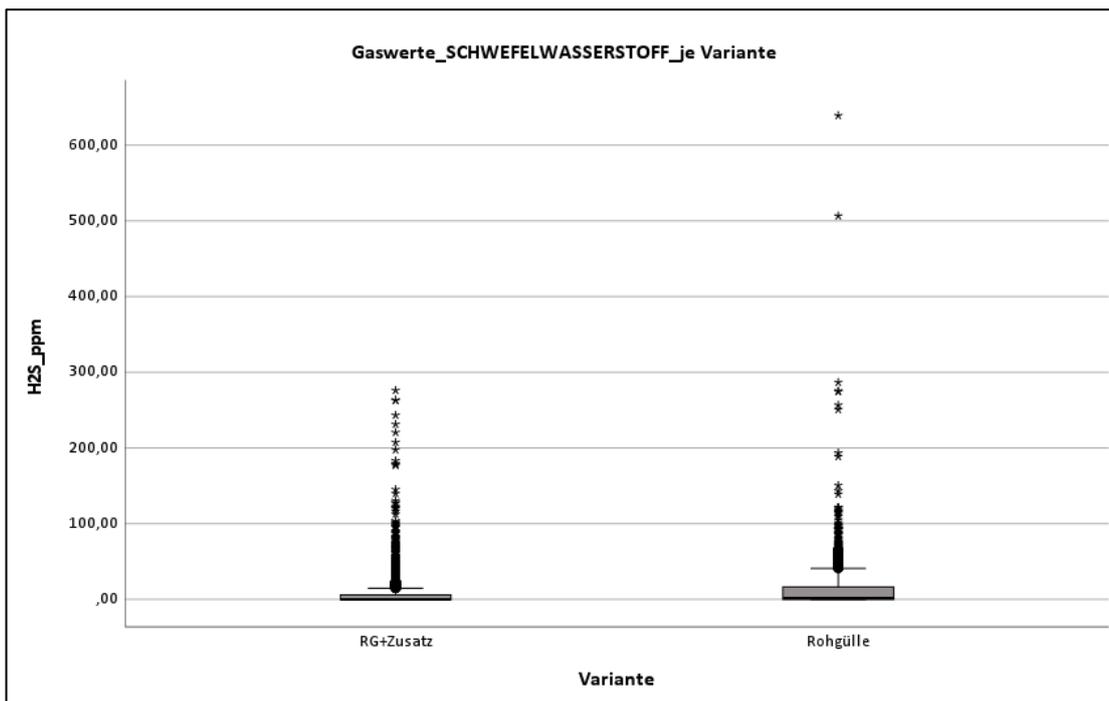


Abbildung 11: Konzentration der Schwefelwasserstoffemissionen je Variante in ppm über gesamte Messperiode - nicht ausreißerbereinigt



Um die BoxPlots besser darzustellen wurde die Skalierung in der Abbildung 8 an der Y-Achse auf 400 ppm reduziert. Der Minimalwert liegt dabei bei 0 ppm und der Maximalwert bei 639,19 ppm (unbehandelte Gülle), welchen die Peaks während des Rührens verursachen. Die Auswertung der Daten hat keinen signifikanten Unterschied zwischen den Varianten erbracht. Anzumerken ist allerdings, dass die größten Peaks der behandelten Gülle (innerhalb eines Rührvorganges) bei maximal 281,39 ppm zu verzeichnen waren.

Schwefelwasserstoff ist nicht klimarelevant, sondern dieses äußerst giftige Gas kann beim Güllemaangement und der Zugabe schwefelhaltiger Produkte entstehen.. Ab 200-300 ppm ist bei längerer Belastung mit Schleimhautreizungen zu rechnen und ab 700 ppm kann es bei längerer Einwirkung zum Tode führen. In diesem Versuch erreicht nur die Rohgülle (unbehandelt) durchaus hohe Schwefelwasserstoffwerte, dies zeigt auch das Gefahrenpotenzial von Rohgülle während der Manipulation.

Da der Gips in diesem Produkt in der Form von Sulfat und nicht elementar vorliegt, und dieser durch seine starke Bindung an Sauerstoff nicht zur Bildung von Schwefelwasserstoff beiträgt (Mitteilungen zweier unabhängiger Labore), kann hier von keinem höheren Gefahrenpotenzial ausgegangen werden.

Kumulierte Gasfreisetzung während der Lagerzeit:

Basis für die Berechnung sind die Messdaten aller Gasmessungen sowie eine Güllemenge von 180 kg und eine konstant durchströmte Luftmasse von 21,61 kg/h je Behälter. Zur Berechnung der kumulierten Gasfreisetzung wurde der Zeitabstand zwischen zwei Messpunkten mit dem Messwert zu Beginn der Zeitperiode multipliziert, anschließend die Ergebnisse aller Zeitperioden aufaddiert. Dieser Vorgang wurde für alle Messparameter sowie für alle Behälter durchgeführt.

Tabelle 4: Kumulierte Gasfreisetzung in mg je Lagerbehälter (21 Tage)

Behälter-Nr.	Gülle-behandlung	Parameter				
		CH ₄	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	H ₂ S
1	behandelt	3.587	230.065	221	8.643	8.005
2	behandelt	3.307	213.099	203	6.121	4.923
3	behandelt	3.202	221.715	212	8.422	8.809
4	behandelt	2.686	207.777	187	8.794	10.617
5	unbehandelt	2.406	205.164	184	9.027	9.425
6	unbehandelt	3.889	233.178	227	9.724	10.615
7	unbehandelt	3.266	228.631	222	9.434	11.919
8	unbehandelt	2.945	211.963	202	9.010	7.599

Zur Darstellung der kumulierten Gasfreisetzung je Variante wurde von jedem Messparameter der Mittelwert über die vier Behälter „behandelt“ und „unbehandelt“ gebildet und davon das kumulierte Ergebnis der Kontrolle abgezogen. So können die tatsächlich kumuliert freigesetzten Gasmengen dargestellt werden.

Tabelle 5: Kumulierte Gasfreisetzung in mg je Variante (21 Tage) (Rohgülle und behandelte Gülle)

Güllebehandlung	Parameter				
	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	H ₂ S
Rohgülle + Additiv	3.195	218.164	206	7.995	8.089
Rohgülle	3.126	219.734	209	9.299	9.890

Zur Darstellung in Volumen werden die kumulierten Gasmengen über die Dichte umgerechnet. Dabei wurden folgende Literaturwerte herangezogen:

	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	H ₂ S
	[kg/m ³]				
Dichte	0,72	1,98	1,85	0,7198	1,54

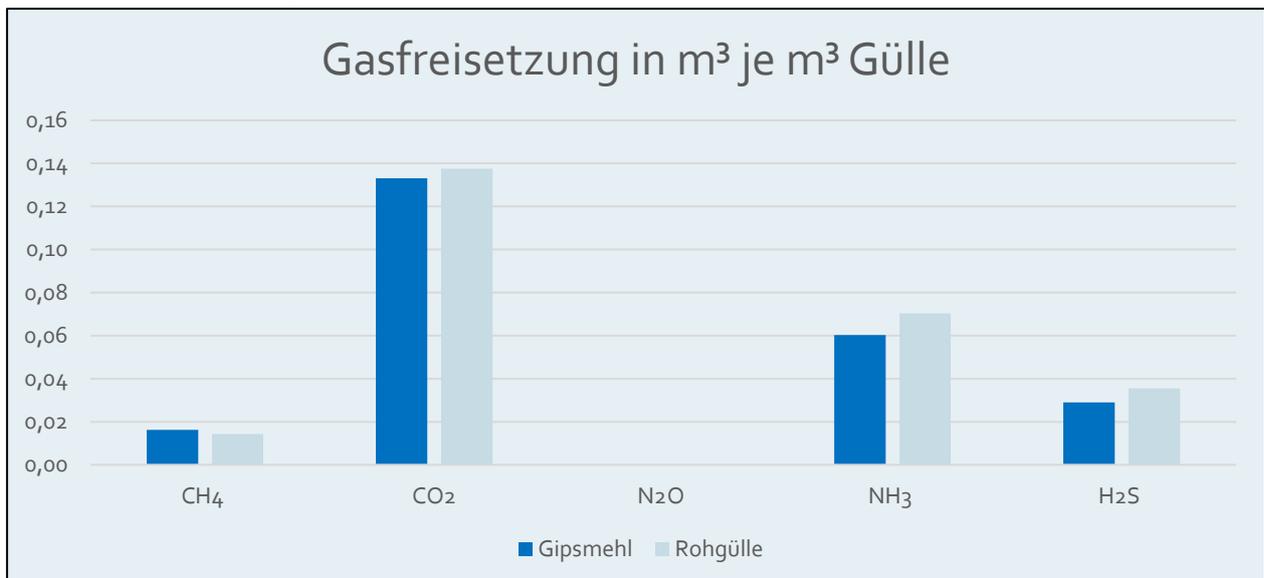
Tabelle 6: Kumulierte Gasfreisetzung in m³ je Lagerbehälter

Güllebehandlung	Parameter				
	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	H ₂ S
Rohgülle + Additiv	0,0029	0,0240	0	0,0109	0,0052
Rohgülle	0,0026	0,0247	0	0,0127	0,0064

Tabelle 7: Kumulierte Gasfreisetzung in m³ je m³ Gülle. Je Lagerbehälter eine Güllemenge von 180 kg mit Gülledichte von 1 kg/dm³

Güllebehandlung	Parameter				
	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	H ₂ S
Rohgülle + Additiv	0,016	0,133	0,0	0,060	0,03
Rohgülle	0,014	0,137	0,0	0,070	0,04

Abbildung 12: Darstellung der kumulierten Gasfreisetzung aller gemessenen Gase (m³)- Vergleich beider Varianten (Rohgülle und behandelte Gülle)



Die Ergebnisse aus Tabelle 4, 5, 6 und 7 sowie Abbildung 10 zeigen eine mäßige Veränderung der Variante „Mooseck Sohle 6-7“ im Vergleich zur Rohgülle. Bei Methan, Kohlenstoffdioxid, Lachgas und Schwefelwasserstoff zeigen sich nur unrelevante Veränderungen. Wie auch schon im

statistischen Teil angegeben, besteht einzig bei Ammoniak ein signifikanter Unterschied zugunsten des Güllezusatzes.

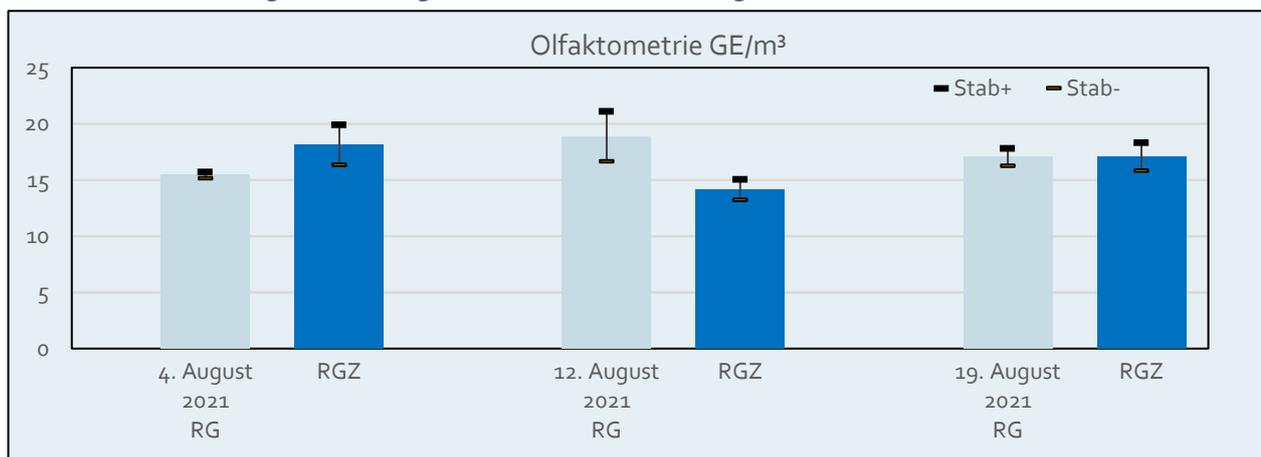
Die freigesetzte Ammoniakmenge hat sich volumenbezogen je m³ Gülle von 0,07 m³ auf 0,06 m³ reduziert und bezogen auf die Varianten selbst hat sich die Gasmenge von 9.299 mg der Rohgüllevariante auf 7.995 mg der behandelten Gülle verringert. Weiters zeigen die Messverläufe eine durchgehende Reduktion während der ganzen Messperiode.

Ergebnisse der olfaktorischen Analyse und Schwimmdeckenbildung

Neben der Gasfreisetzung wurde auch auf Geruchsveränderungen der beiden Varianten ‚Rohgülle‘ und ‚behandelte Gülle‘ geachtet. Die Bestimmung erfolgt olfaktorisch mit einem geeichten Olfaktometer. Diese Messmethodik wird an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein eingesetzt und die Ergebnisse werden in Geruchsdezibel oder Geruchseinheiten wiedergegeben.

Ab dem Messbeginn wurde wöchentlich eine olfaktorische Untersuchung durchgeführt. Da diese Untersuchung einiges an Personenstunden benötigt und durchaus anstrengend ist, kann diese nur einmal pro Woche abgehalten werden. Durch diese Messvariante konnten zur Untersuchung des Produktes „Mooseck Sohle 6-7“ drei olfaktorische Messungen durchgeführt werden. Anzumerken ist, dass lediglich drei Beprobungen eine nur geringe Aussagekraft haben - hierzu wäre eine längere Versuchsperiode notwendig.

Abbildung 12: Darstellung der olfaktorischen Ergebnisse in GeruchsDEZIBEL - 3 Messtage (1/Woche). RG= Rohgülle im Vergleich mit der RGZ = Rohgülle + Zusatz



Die Auswertung der einzelnen Messtage (3) zeigte während der Messphase keine auffälligen Unterschiede. Es konnte kein olfaktorischer Unterschied zwischen den Varianten festgestellt werden.

Des Weiteren wurde auch die Bildung einer Schwimmdecke dokumentiert und bildlich festgehalten. Die Behälter 1-4 (Variante mit Mooseck Sohle 6-7) bildeten eine etwas weniger mächtige Schwimmdecke aus (siehe Abbildung 14). Die Rohgülle bildete eine stärkere Schwimmdecke aus, welche sich an den Behälterrändern verfestigte (Abbildung 15)

Abbildung 14: Güllebehälter mit aufgebrochener Schwimmdecke- Variante: Rohgülle mit Gipsmehl (HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2021)



Abbildung 15: Güllebehälter mit aufgebrochener Schwimmdecke welche etwas fester und stärker ausgeführt ist- Variante: Rohgülle (HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2021)



Fazit

Während der Lagerzeit der mit „Mooseck Sohle 6-7“ behandelten Gülle entstehen tiefere pH-Werte, welche das Gleichgewicht $\text{NH}_4^+ \leftrightarrow \text{NH}_3$ in der Gülle mehr in Richtung Ammonium verlagert und dadurch das Ausgasungspotenzial von Ammoniak eindämmen können. Des Weiteren ist hierbei ein richtiges Güllemanagement mit anschließender bodennaher Gülleapplikation umzusetzen.

Die freigesetzte Ammoniakmenge konnte durch die Zugabe des Produktes nachweislich reduziert werden. Ein statistisch, hoch signifikanter Unterschied zugunsten der behandelten Gülle mit „Mooseck Sohle 6-7“ untermauert dieses Ergebnis. Dies könnte durch den leicht höheren Ammoniumgehalt der behandelten Gülle, welcher aus den tieferen pH-Werten

resultieren könnte und daher weniger Ammoniumstickstoff in Ammoniak übergeht, nachvollzogen werden.

Die Methanemissionen, Kohlenstoffdioxid und Lachgas wurden durch den Einsatz des Produktes nicht, oder nur unwesentlich verändert. Dieses Ergebnis wird auch durch die statistischen Analysen bestätigt.

Die Bildung einer Schwimmdecke konnte nur unwesentlich verändert werden - eine leicht dünnere Schwimmschicht war optisch wahrnehmbar.

Die olfaktorische Untersuchung zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen der Rohgülle und der mit „Mooseck Sohle 6-7“ behandelten Gülle (zu wenige Messdaten in dieser kurzen Messperiode). Das Ergebnis der wöchentlich durchgeführten Geruchsbestimmung blieb über die Messdauer von drei Wochen relativ ausgeglichen.

Das Produkt „Mooseck Sohle 6-7“ kann nach derzeitigem Stand dazu beitragen, die Ammoniakemissionen während der Güllelagerung zu reduzieren. Des Weiteren wird die Schwimmdeckendicke etwas reduziert, was einerseits den Zeitaufwand beim Homogenisieren reduziert und andererseits auch kostensparend wirkt.

Dabei ist, wie auch schon unter Punkt „Emissionserhebung - Schwefelwasserstoff“ erwähnt, genaues Augenmerk auf die Produktinhaltsstoffe zu legen. Produkte dieser Art (**Schwefel liegt in Sulfat Form vor**) führen zu keiner stärkeren Schwefelwasserstoffbildung, als generell von Rohgülle bei der Homogenisierung zu erwarten wäre.

Eine Untersuchung auf längere Lagerdauer (mindestens 2 Monate) wäre empfehlenswert, um alle Eventualitäten, die in der Praxis bei Verbleib des Produktes in der Gülle auftreten könnten, darzulegen.

Ebenfalls können keine Aussagen zur Wirkung auf Boden, Bodenleben, Pflanzenwachstum oder eventuell nach der Applikation entstehende Emissionen dargelegt werden. Hierzu werden weiterführende Feldversuche empfohlen.

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

raumberg-gumpenstein.at