



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

HBLFA RAUMBERG - GUMPENSTEIN  
LANDWIRTSCHAFT

**Einfluss eines Mikroorganismen- und eines Pflanzenextrakt-  
Präparates auf Rindergülle**

**Diplomarbeit**

aus dem Fachgegenstand: Pflanzenbau

Betreuung durch: DI Walter Starz

Außerschulischer Partner: Hannes Rohrer

durchgeführt an der

Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt

für Landwirtschaft

Raumberg-Gumpenstein

A-8952 Irdning, Raumberg 38

[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

vorgelegt von:

Anna-Sophie Gruber

Datum:

21.04.2015

## **Vorwort:**

Die vorliegende Diplommaturaarbeit wurde in der HBLFA Raumberg-Gumpenstein beziehungsweise am Standort Moarhof-Trautenfels unter der Betreuung von Herrn DI Walter Starz im Fachgegenstand Pflanzenbau durchgeführt.

Vor rund einem Jahr stand die Frage im Raum welches Thema mich eigentlich interessieren würde. Da ich mich schon immer für den Gegenstand Pflanzenbau begeisterte, war mir schnell klar, dass ich einen pflanzenbaulichen Versuch machen möchte. Außerdem führten Probleme mit der Rindergülle meines Heimatbetriebs zu der Überlegung, verschiedene Güllezusätze zu testen.

Am Moarhof wurde mir von Herrn DI Walter Starz mitgeteilt, dass ein genau solcher Versuch „Einfluss eines Mikroorganismen- und eines Pflanzenextrakt-Präparates auf Rindergülle“ geplant sei, und ich die Daten im Rahmen meiner Arbeit auswerten darf.

Auf diesem Wege möchte ich mich recht herzlich bedanken:

- bei Herrn **DI Walter Starz**, meinem schulischen Betreuer, welcher mir immer tatkräftig zur Seite stand und mich in jeglicher Hinsicht von seinem Wissen profitieren ließ und mich unglaublich motivierte.
- und bei Herrn **Hannes Rohrer**, welcher als mein außerschulischer Partner den Versuch optimal betreute.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	5
<b>1.1 Gülle (Flüssigmist) und Güllezusätze:</b> .....	5
<b>1.2 Verfahren der Güllebehandlung</b> .....	6
1.2.1 Warum werden Güllezusätze eingesetzt? .....	6
1.2.2 Physikalische Behandlungsverfahren .....	6
1.2.3 Chemisch/Biologische Behandlungsverfahren .....	7
<b>1.3 Lagerung</b> .....	7
1.3.1 Güllegrube/ Güllesilo .....	8
1.3.2 Slalom-System .....	8
1.3.3 Umspülsystem .....	9
1.3.4 Treibmistsystem .....	10
<b>1.4 Emissionen während der Lagerung:</b> .....	11
<b>2. Fragestellung</b> .....	13
<b>3. Material und Methoden</b> .....	14
3.1 Versuchsort und Zeitraum .....	14
3.2 Testsubstanz .....	14
3.3 Allgemeines zur Messung/ Versuchsdesign .....	14
3.3.1 Verwendetes Material/ Monitoring .....	17
3.3.2 Analytik .....	18
3.4 Datenanalyse .....	18
<b>4. Ergebnisse und Diskussion</b> .....	20
4.1 Physikalische Parameter .....	20

<b>4.1.1 Elektrische Leitfähigkeit</b> .....	21
<b>4.1.2 pH Wert</b> .....	21
<b>4.1.3 Redox Potential</b> .....	22
<b>4.2 Chemische Parameter</b> .....	23
<b>4.2.1 Trockenmassegehalt</b> .....	24
<b>4.2.2 Stickstoffgehalt</b> .....	24
<b>5. Schlussfolgerung</b> .....	25
<b>6. Zusammenfassung</b> .....	26
<b>7. Abstract</b> .....	27

# 1. Einleitung

Rindergülle ist mittlerweile ein sehr wichtiger Bestandteil der Düngung und jeglicher Nährstoffverlust, vor allem während der Lagerung, kann zu Ertragseinbußen führen.

## 1.1 Gülle (Flüssigmist) und Güllezusätze:

Gülle ist ein Gemisch aus Kot, Harn und wenig Einstreu, welches durch unterschiedliche Wassermengen mehr oder weniger verdünnt wird. Der Trockensubstanzgehalt unterliegt enormen Schwankungen, er hängt vom Verdünnungsgrad ab. Der Verdünnungsgrad bestimmt auch die Nährstoffkonzentration in der Frischgülle. Eine genaue Angabe hierzu kann nur mit einer Analyse im Labor gemacht werden. Gülle eignet sich als Dünger im Grün- und Ackerland, jedoch will ihr Einsatz (Menge, Zeitpunkt gut geplant sein, um kostengünstig, pflanzen- und bedarfsgerecht und damit umweltgerecht zu düngen. Gerade Gülle ist ein umstrittener Dünger, dessen Handhabung (Lagerung, Behandlung, Homogenisierung, Zusätze, Ausbringung) über Erfolg oder Misserfolg entscheidet (vgl. SCHAFFER, 2008, 26).

Güllezusätze zielen darauf ab, diesen Dünger pflanzenverträglicher zu machen und/oder die Stickstoffverluste zu vermindern (vgl. SCHAFFER, 2009, 25).

In einstreulosen oder einstreuarmeren Haltungssystemen mit höchstens 0,5 kg feinstrukturierter Einstreu (z.B. Strohmehl) entsteht Flüssigmist (vgl. BARTUSSEK et al., 2002a, 151).

Der pH- Wert einer durchschnittlichen Rindergülle liegt bei 7,5 und der organische Stickstoffanteil in der Gülle liegt hauptsächlich gebunden als Ammoniumstickstoff (Ammoniumcarbonat) vor.

Die Hauptnährstoffe der Gülle sind: Stickstoff, Phosphor, Kalium, Schwefel, Magnesium und Calcium.

Bewertung Milchrindergülle:

<b>TM-Gehalt</b> %	<b>N</b> kg/m <sup>3</sup>	Lager	<b>N</b> kg/m <sup>3</sup>	feldfallend	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> kg/m <sup>3</sup>	<b>K<sub>2</sub>O</b> kg/m <sup>3</sup>	<b>org.</b> <b>Substanz</b>
10	3,9		3,4		2	6,5	76

(RICHTLINIEN FÜR SACHGERECHTE DÜNGUNG, 2006, 60)

## 1.2 Verfahren der Güllebehandlung

### 1.2.1 Warum werden Güllezusätze eingesetzt?

„Güllezusätze gehören thematisch zu den Bodenhilfsstoffen, die in den Anwendungsbereich des Düngemittelgesetzes (DMG 1994 idgF) fallen. Allein aus der darin enthaltenen Bedingung, dass keine Produkte in Verkehr gebracht werden dürfen, welche die Fruchtbarkeit des Bodens, die Gesundheit von Mensch und Haustieren sowie den Naturhaushalt gefährden, lässt sich aber noch kein konkreter Hinweis auf einen landwirtschaftlichen Nutzen ableiten“ (PÖTSCH, 2007, 1).

Gülledüngung mit moderner verlust- und geruchsreduzierender Applikationstechnik verlangt eine homogene fließ- und pumpfähige Gülle. Um die Gülle in einen optimalen Düngezustand zu bringen werden thermische, biologische, mechanische, chemische, biochemische und elektrische Behandlungsverfahren eingesetzt.

### 1.2.2 Physikalische Behandlungsverfahren

Zu den physikalischen Behandlungsverfahren zählen Wasserzusatz, Feststoffseparation und Biogasvergärung. Der Sinn davon ist es die Infiltrationsfähigkeit der Gülle bei der Ausbringung zu verbessern. Diese Techniken wurden jedoch bislang nicht ausreichend erforscht. Das bedeutet aber nicht, dass sie je nach lokalen Gegebenheiten nicht als Teil einer Strategie zur Ammoniakminderung eingesetzt werden können

### **1.2.3 Chemisch/Biologische Behandlungsverfahren**

Zu den chemisch/biologisch wirksamen Maßnahmen zählt die Verwendung von Güllezusätzen (Gülleadditive). Dies sind unter anderem Säuren, Mikroorganismen und Gesteinsmehle. Mit ihrer Anwendung werden oft auch weitgehende Ziele verfolgt:

- Verminderung der Geruchsbelästigung
- Bessere Homogenisierung der Gülle und Auflösung von Sink- oder Deckschichten
- Verbesserung der Fließ- und damit der Infiltrationsfähigkeit im Bestand
- Verbesserung der Nährstoffausnutzung durch bakterielle N-Bindung
- Verminderung von Ättschäden
- Verbesserung des Pflanzenbestandes
- Förderung des Bodenlebens

Im deutschsprachigen Raum sind 50-60 unterschiedliche Güllezusätze auf dem Markt, welche die Güllewirkung verbessern und sonstige Probleme wie Fließfähigkeit, Bildung von Schwimmdecken und die Geruchsentwicklung günstig beeinflussen sollen.

Güllezusätze können im Stall nach Vorschrift der Hersteller oder in die Güllegrube eingebracht werden. Somit ist ihre Einsatz geringem Aufwand verbunden. Sie erfreuen sich daher allgemein einer gewissen Beliebtheit (vgl. HONISCH, 2009a, 5f).

## **1.3 Lagerung**

Die Lagerung der Gülle kann entweder im Stall oder in einem Außenbehälter erfolgen. Die Ausnutzung des Lagerraums, das durch die Lagerung verursachte Stallklima, die Schadgase, die Homogenisierbarkeit des Flüssigmistes, die Geruchsemissionen und letztlich auch die Kosten spielen eine entscheidende Rolle bei der Auswahl eines Lagersystems.

Am wenigsten Geruch wird bei der Außenlagerung im abgedeckten Behälter frei und am meisten bei der Außenlagerung im offenen Behälter. Die Stalllagerung liegt dazwischen.

### **1.3.1 Güllegrube/ Güllesilo**

Eine Güllegrube ist ein Behälter welcher im Boden eingelassen wurde. Der Unterschied zum Güllesilo liegt darin, dass der Silo nicht in den Boden eingelassen wird, sondern zum Großteil herausragt.

Möglichkeiten der Abdeckung:

- Dachmembran: Darunter versteht man eine Dachhaut aus Polystergewebe
- Künstlich aufgebrachte Schwimmdecken zur Emissionsminderung wie z.B. Blähtonkugeln
- Schwimmdecken aus Stroh
- Feste Konstruktionen aus Holz oder Beton

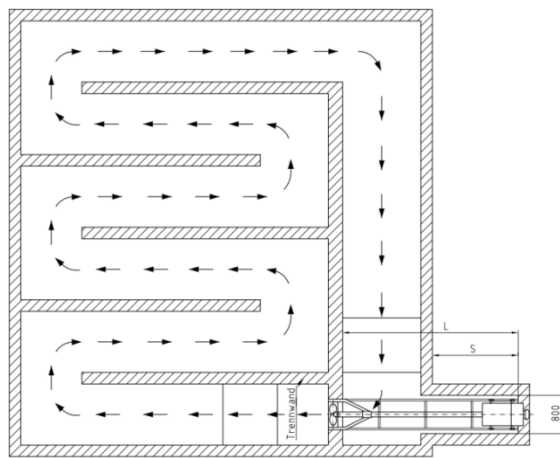
„Die direkte Lagerung der Gülle im Stall - das Speicherverfahren-, bei der der anfallende Mist über die Winterlagerzeit in mehrere Meter tiefe Gruben ohne regelmäßige Zirkulation bis zur Ausbringung unter dem Spalten- oder Rostboden verbleibt, sollte unbedingt vermieden werden. Nach längerer Lagerzeit ist das Aufrühren der Gülle äußerst schwierig, langwierig und energieaufwendig. Besonders bedenklich sind die beim Aufmischen freigesetzten giftigen Gase“ (BARTUSSEK et al., 2002b, 151).

### **1.3.2 Slalom-System**

Das Slalom-Rührsystem besteht aus Kanälen. Die Gülle zirkuliert im Slalom unter dem Stall und wird von einer Einsatzstelle aus homogenisiert und pumpfähig gerührt. Zum Homogenisieren ist ein Güllerührwerk mit ausreichender Rührleistung erforderlich.



Beim diesem System, auch Zirkulations-Speicherverfahren genannt, bei dem die Gülle in kurzen Abständen regelmäßig bewegt und dabei auch durchgemischt wird, ist die Lagerung im Stall nach eigenen Messungen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (vgl. PÖLLINGER, et al.,1999) hygienisch und verfahrenstechnisch unbedenklich. Es wurden während des Rührvorgangs und knapp danach im Tierbereich zwar erhöhte Ammoniakkonzentrationen gemessen, doch erreichten sie in keinem Fall bedenkliche Werte (vgl. BARTUSSEK et al., 2002c, 151).



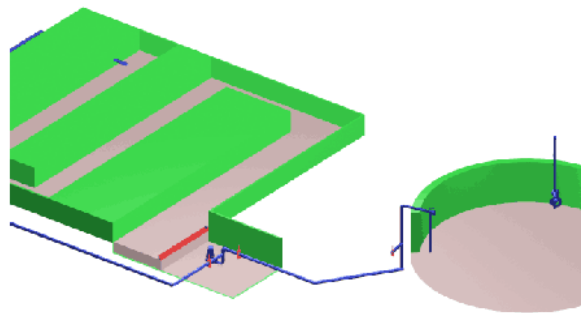
**Abb.1:**Slalom-System  
(BUSCHMANN Güllerührwerke)

### 1.3.3 Umspülsystem

„Beim Umspülsystem werden die Flüssigmistkanäle im Stall täglich mit Gülle gespült. Die Kanäle sind nur etwa 40cm tief, weisen am Ende eine Staustufe und am gegenüberliegenden Kanalanfang die Mündung einer Spülleitung auf. Der Frischmist wird täglich abgeführt. Das System bringt vor allem bei belüfteter Gülle hygienische Vorteile, Einstreureste werden sicher weggespült, die Gülle wird täglich gerührt“ (BARTUSSEK et al., 2002, 151d).

„Das Spülverfahren ist ideal für den Betrieb von flachen Güllekanälen und somit für Umbauten das System der Wahl. Auf Knopfdruck oder per Zeitschaltuhr wird mittels

Tauchschneidpumpe die Gülle durch die flachen Kanäle zur außenliegenden Vorgrube gespült. Durch die flachen Kanäle ist das System relativ einfach erweiterbar. Dabei werden mittels des Schneidlaufrades Futterreste und Einstreu zerschnitten. Die Gülle wird nicht alt, da sie wöchentlich zum Güllesilo abgepumpt wird. Werden mehrere Kanäle miteinander verbunden, ist der Einbau von Staunasen an den Verbindungsstellen sinnvoll“ (XYLEM- Let’s Solve Water, 2014a).

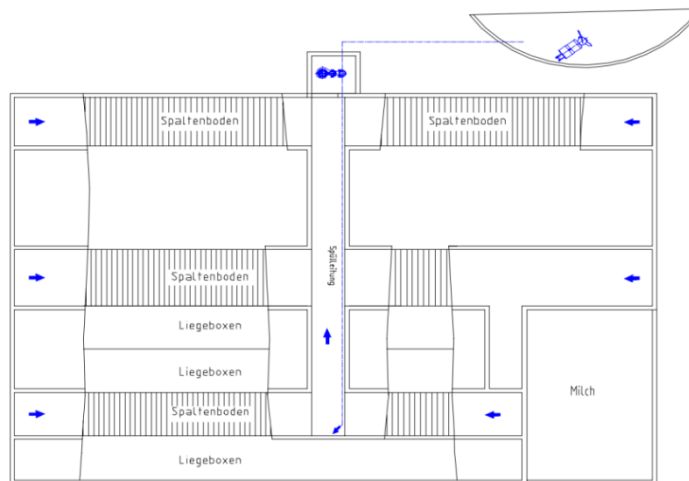


**Abb. 2:** Gülle Spülverfahren  
(XYLEM-Let’s Solve Water, 2014)

### 1.3.4 Treibmistsystem

„Beim Treibmistverfahren bewegt sich die Gülle aufgrund des zum Kanalende hin bildenden Dunganstaus aus eigener Kraft in einen tieferliegenden Kanal oder Grube. Der dabei entstehende hydrostatische Druck ist Voraussetzung für den Beginn des Fließvorgangs und die Funktion des Abfließens. Die Reibungswiderstände sollten baulich so gering wie möglich gehalten werden. Am Ende eines Kanals muss eine Staunase von 15 cm Höhe errichtet werden. Die Reibung zur Kanalsole wird gering gehalten, indem vor Inbetriebnahme die Kanäle mit mindestens 10 cm Gülle, Jauche oder Wasser (falls überhaupt keine Gülle vorhanden ist) gefüllt wird. Auf dieser Flüssigkeitsschicht, die sich im Betrieb mit dem anfallenden Kot und Harn vermischt, gleitet der Mist zur Güllegrube.

Der Dunganstieg kann 1 % bis zu 3 % betragen. Somit lassen sich im Treibmistverfahren Kanallängen bis maximal 25 m betreiben“ (XYLEM- Let’s Solve Water, 2014b).



**Abb. 3:** Treibmistverfahren  
(XYLEM- Let’s Solve Water, 2014)

## 1.4 Emissionen während der Lagerung:

Bei der Diskussion um Emissionen aus der Tierhaltung steht oftmals Ammoniak im Vordergrund. Es macht aber wenig Sinn, bei emissionsmindernden Maßnahmen nur dieses Gas zu betrachten, denn im Hinblick auf die Klimarelevanz sind Methan und Lachgas noch bedeutsamer. Genauso wichtig ist es die Geruchsfreisetzung zu reduzieren.

Die bei der Lagerung organischer Dünger freigesetzten Ammoniakmengen machen 20% des von der Landwirtschaft insgesamt emittierten Ammoniaks aus.

Somit sind landwirtschaftliche Betriebe eine bedeutsame Emissionsquelle (vgl. KOWALEWSKY, 2013a, 1).

Die NH<sub>3</sub>-Verluste während der Lagerung sind von verschiedenen Faktoren abhängig, die nicht immer so leicht zu kontrollieren sind z.B.: Harnstoffgehalt, Wärme, Luftwechsel und Anteil an organischer Substanz der Gülle. Zudem bestehen Wechselwirkungen mit dem Säure-Base-Gleichgewicht (pH-Wert) und dem Redox-Milieu. Ebenso spielen Luftaustausch

(Durchmischung) und Lagerungsdauer eine Rolle. Durch diese Faktoren werden auch die Emissionen anderer klimarelevanter Schadgase beeinflusst (vgl. Honisch, 2009b, 5)

### **Die bauliche Ausführung der Lagerstätte**

Bei Gülle- und Gärrestlagerstätten kommt der Form des Behälters eine erhebliche Bedeutung im Hinblick auf die Emissionen zu. Entscheidend für deren Ausmaß ist die Oberfläche. Je größer die Oberfläche, in desto stärkerem Maße werden Gerüche und Schadgase frei. Es ist deshalb wichtig, die Oberfläche dieser Behälter dadurch klein zu halten, dass sie eine möglichst große Höhe und einen möglichst geringen Durchmesser aufweisen.

### **Behälter mit Strohhäcksel abdecken**

Eine sehr wirkungsvolle Maßnahme zur Emissionsminderung bei Güllebehältern ist deren Abdeckung. Bei der Lagerung von Rindergülle entsteht oftmals eine natürliche Schwimmdecke, die zu einer deutlichen Emissionsminderung führt. Eine zusätzliche Abdeckung dort, wo sich bereits eine Schwimmdecke gebildet hat, bringt relativ wenig.

Die einfachste Form der Behälterabdeckung stellt die Aufbringung einer Schwimmdecke aus gehäckseltem Stroh dar. Wichtig für die Stabilität der Strohecke ist eine ausreichende Dicke. Diese wird bei Rindergülle erreicht, wenn etwa 4kg Stroh pro m<sup>2</sup> aufgebracht werden. Ein Einrühren des Strohs in die Gülle sollte nicht erfolgen, weil dies zu deutlich höheren Lachgasfreisetzungen führen kann.

### **Zeltdächer haben sich bewährt**

Zeltdächer sind die am häufigsten verwendete Güllebehälterabdeckung. Die emissionsmindernde Wirkung dieser Dächer ist sehr gut. Ihr Wirkungsgrad liegt für Geruch und Ammoniak bei 90 -95%. Zeltdächer können auch gasdicht ausgeführt werden. Das ist bei Behältern in denen Gülle gelagert wird wenig sinnvoll. Eine minimale Emissionsminderung in Bezug auf Geruch und Ammoniak, deutlich höhere Kosten und eine evt. sogar höhere Methanfreisetzung stehen gegenüber (KOWALEWSKY, 2013b, 3).

## 2. Fragestellung

Rindergülle ist mittlerweile ein sehr wichtiger Bestandteil der Düngung und jeglicher Nährstoffverlust, vor allem während der Lagerung, kann zu Ertragseinbußen führen. Das Versuchsziel war es also verschiedene Güllezusätze zu testen, und auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen.

Die Forschungsfragen für diese wissenschaftliche Arbeit lauteten daher:

- Kann durch den Zusatz solcher Präparate der Verlust von Hauptnährstoffen (N, P und K) reduziert werden?
- Beeinflussen solche Präparate den pH-Wert oder das Redox-Potential der Gülle?
- Können diese Mittel dabei helfen den pH-Wert der Gülle zu senken und damit diese zu stabilisieren?

Im Rahmen dieser Untersuchung sollen die Präparate Stallmax sowie fermentierter Kräutereextrakt in Hinblick auf die chemisch-physikalische und mikrobiologische Veränderungen überprüft werden.

## **3. Material und Methoden**

### **3.1 Versuchsort und Zeitraum**

Der Versuch wurde am BIO-Institut der HBLFA-Raumberg-Gumpenstein, am Moarhof, durchgeführt. Dieser Bio-Forschungsbetrieb liegt auf 680 m Seehöhe und die Durchschnittstemperatur liegt bei 7 °C.

### **3.2 Testsubstanz**

Die Gülle aus der Wintersaison 2013/2014, stammte von 30 Bio-Milchkühen, welche am Moarhof untergebracht sind. Aufgrund des Vollweidebetriebs fällt in den Sommermonaten keine Gülle an. Die Futtermischung setzte sich aus 10,4 kg Grassilage, 3,2 kg Heu und 3,7 kg Kraftfutter zusammen.

Die Verdünnung der Testsubstanz aufgrund von Leitungs- und Regenwasser ließ sich systembedingt nicht verhindern. Diese Wasserzufuhr setzt sich aus dem Waschwasser des Melkstandbodens und dem Regenwasser, des nicht überdachten Auslaufs, zusammen.

#### **Verwendete Präparate**

- Fermentierter Kräuterextrakt: ein Präparat von Multikraft; Wirkung beruht auf der EM-Technologie
- Stallmax: ätherische Öle, pflanzliche Öle, Pflanzenextrakte, Steinöl

Damit die Objektivität bei den Versuchen gewahrt bleibt, wurden beide Produkte über den Agrarhandel gekauft und nicht von den Firmen zur Verfügung gestellt.

### **3.3 Allgemeines zur Messung/ Versuchsdesign**

Mit dem Ziel die Emissionen, welche bei der Güllelagerung entstehen, zu messen, wurde die besagte Testsubstanz in drei Versuchsgüllebehälter gefüllt und in verschiedene Varianten unterteilt.

Bei einer Variante (**SM**) wurden  $0,2\text{l/m}^3$  Stallmax hinzugegeben. Hier wurde zuerst eine 5%ige Lösung hergestellt ( $0,1\text{ l}$  Stallmax wurden mit  $2\text{ l}$  Wasser vermischt). Pro Versuchsbehälter kamen in Folge dessen  $36\text{ ml}$  dieser Lösung zur Anwendung.

Die Rindergülle der Variante (**EM**) wurde mit  $1\text{l/m}^3$  Effektiven Mikroorganismen versetzt. Beziehungsweise in unserem Fall  $180\text{ ml EM}$  in  $180\text{ l}$  Testsubstanz.

Die Variante (**UB**) sollte zur Kontrolle dienen und wurde deshalb mit keinem dieser Präparate behandelt.

Die Milchviehgülle wurde zufällig den drei Güllebehältern zugewiesen (randomisiert) und über einen Zeitraum von zwei Wochen regelmäßig untersucht. Der Versuch untergliederte sich in zwei Durchgänge.

Beim ersten Durchgang wurde frische Gülle als zu untersuchende Substanz verwendet.

Beim zweiten Durchgang lag der Unterschied zum ersten darin, dass keine frische Testsubstanz untersucht wurde. Man wollte auch die Auswirkung einer längeren Lagerung nicht unerforscht lassen, deshalb wurde die im ersten Durchgang verwendete Gülle in eigene Behälter überführt und dort gelagert.

Behälter	WH	Variante	Datum von	Datum bis	DG	
1	1	SM	06.02.2014	20.02.2014	<b>1</b>	
2	1	EM				
3	1	UB				
1	2	SM	20.02.2014	06.03.2014		
2	2	UB				
3	2	EM				
1	3	UB	06.03.2014	20.03.2014		
2	3	SM				
3	3	EM				
1	4	SM	20.03.2014	03.04.2014		
2	4	EM				
3	4	UB				
1	5	EM	03.04.2014	17.04.2014		<b>2</b>
2	5	UB				
3	5	SM				
1	6	SM	17.04.2014	01.05.2014		
2	6	EM				
3	6	UB				
1	7	SM	01.05.2014	15.05.2014		
2	7	EM				
3	7	UB				
1	8	UB	15.05.2014	29.05.2014		
2	8	EM				
3	8	SM				

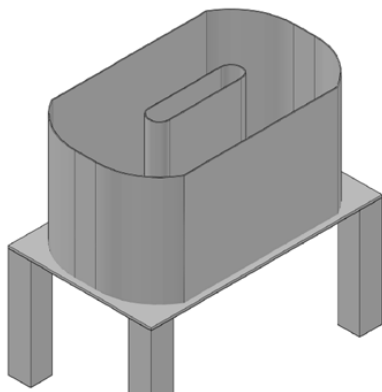


Variantenbeschreibung	
UB	Unbehandelt
EM	Effektive Mikroorganismen
SM	Stallmax

**Tabelle 1:** Versuchsdesign: vier Wiederholungen bilden einen Durchgang und jedem der drei Behälter wird zufällig eine der drei Rührvarianten (A) nicht gerührt, (B) einmal pro Tag 60min gerührt und (C) 6-mal pro Tag 10min gerührt zugeteilt.

### 3.3.1 Verwendetes Material/ Monitoring

Der Versuchsbehälter wurde aus NIRO-Stahl hergestellt, hatte ein Fassungsvermögen von ca. 180 l und seine Bauform war oval. In der Mitte befand sich eine nicht durchgängige Trennwand (Abb. 4). Das verwendete Rührwerk tauchte schräg in das Gefäß ein und wurde elektrisch betrieben. Aufgrund der ovalen Behälterform und der Trennwand konnte eine gute Durchmischung der Substanz sichergestellt werden.



**Abb. 4:** Schematische Darstellung des Versuchsgüllebehälters



**Abb. 5:** Versuchsaufbau

Es wurden jeweils drei Messsonden pro Versuchsgüllebehälter verwendet. Die elektrische Leitfähigkeit wurde mit TetraCon® Messzellen (WTW, 2014b) bestimmt und der pH- Wert sowie das Redox- Potential der Gülle wurden mit Hilfe von SensoLyt® Messsonden (WTW, 2014a) untersucht. Die Sondenköpfe tauchten ununterbrochen in die Testsubstanz ein. Die Messwerte wurden stündlich aufgezeichnet und wurden zur Auswertung der Daten in Tage unterteilt, woraus sich dann das Tagesmittel errechnen ließ.

### 3.3.2 Analytik

Die Proben für die chemische Analyse wurden bei jeder Wiederholung am ersten Tag, nach sieben Tagen und am letzten Tag gezogen. In weiterer Folge wurde die Gülle bei 105°C, 48 Stunden lang getrocknet und der Trockenmassegehalt (TM) bestimmt. Zur Ermittlung des Gesamtstickstoff-Gehalts (N) in der Frischmasse (FM) wurde das Verfahren nach Kjeldahl verwendet. Der Rohasche-Gehalt (XA) wurde durch das Veraschen im Muffelofen analysiert und der Ammonium-Gehalt ( $\text{NH}_4^+$ ) in der TM wurde photometrisch unter der Anwendung von Neßler Reagenz ermittelt. Außerdem wurden die Gehalte von den Mineralstoffen (P, K, Mg und Ca) aus mit Salzsäurelösung versetzter Asche im ICP bestimmt.

Kohlenstoff (C)-Emissionen wurden mittels Trockenproben (schonende Trocknung bei 50°C), welche bei jeder Wiederholung insgesamt zweimal, einmal beim Befüllen und ein zweites Mal nach zwei Wochen beim Entleeren des Versuchsgüllebehälters, gezogen wurden, untersucht. Nach der Verbrennungsmethode nach Dumas wurde der C-Gehalt bestimmt. Als Messgerät wurde eine CNS-Ausführung gewählt. Die Güllemengen in den Behältern wurden gewogen um mengenmäßige Emissionen indirekt zu messen. Die ermittelten Emissionen werden in  $\text{g}/\text{m}^3$  dargestellt. Durch Differenzbildung der Werte beim Befüllen und beim Entleeren wurde auf die C-Emissionen geschlossen. Ergaben sich rechnerisch negative Emissionswerte, also C-Einträge, wurden diese 0 gesetzt. Dies wird damit begründet, dass keine C-Quelle vorhanden war und rechnerische C-Einträge daher auf Mess- bzw. Probenahmefehler zurückgeführt wurden.

Auch die Berechnung der N-Emissionen in der FM erfolgte durch die Differenzbildung der Werte beim Befüllen und Entleeren der Behälter.

### 3.4 Datenanalyse

Für die statistische Auswertung wurde die MIXED-Prozedur (Programm SAS 9.4) verwendet. Die Residuen der Daten wurden auf Normalverteilung und Varianzhomogenität untersucht und bestätigt. Die fixen Effekte bildeten Variante, Tag, und Durchgang sowie die Wechselwirkungen von Variante\*Tag und Variante\*Durchgang. Die Versuchswoche und die Güllebehälter wurden als zufällig (random) angenommen. Die Temperatur wurde als Covariable gewählt, um den Effekt von Temperaturschwankungen zu berücksichtigen. Das Signifikanzniveau wurde mit  $p < 0,05$  gewählt. Bei der Darstellung der Ergebnisse werden die Least Square Means (LSMEANS) sowie der Standardfehler (SEM) und die

Residualstandardabweichung (se) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LSMEANS wurden mittels Tukey-Test vorgenommen. Die Kennzeichnung signifikanter Unterschiede erfolgte mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben.

## 4. Ergebnisse und Diskussion

In den folgenden Tabellen und Diagrammen werden für die unterschiedlichen Testsubstanzen Abkürzungen verwendet. **UB** steht für die **unbehandelte** Gülle, **EM** steht für die mit **effektiven Mikroorganismen** vermischte Gülle und **SM** steht für die mit **Stallmax** versetzte Gülle.

### 4.1 Physikalische Parameter

Parameter	Variante						p Wert
	UB		EM		SM		
	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	
elekt. Leitfähigkeit	14,75	0,41	14,70	0,41	15,47	0,41	<0,0001
pH Wert	7,25	0,08	7,25	0,08	7,30	0,08	0,0010
Redox Potential	-484,23	12,38	-487,83	12,39	-483,42	12,39	0,1325

Parameter	Durchgang			p-Wert
	1	2	SEM	
	LSMEAN	LSMEAN		
elekt. Leitfähigkeit	15,52	14,42	0,41	<0,0001
pH Wert	7,08	7,46	0,08	<0,0001
Redox Potential	-485,96	-484,37	12,43	0,6240

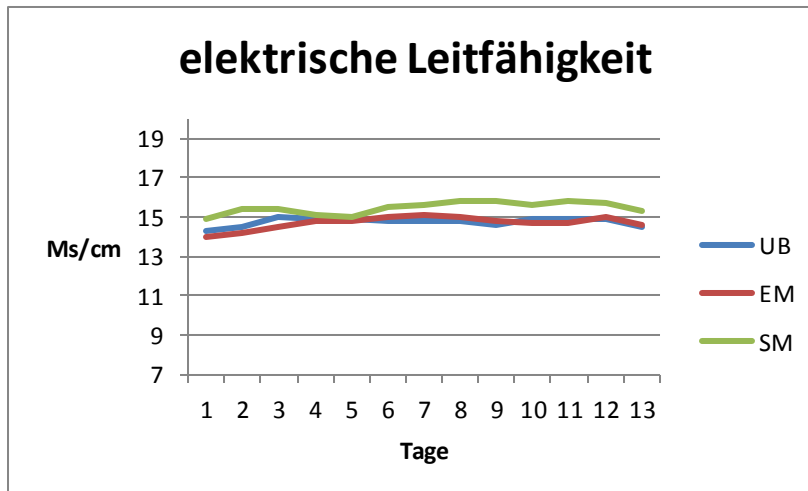
Beachtet man in den vorliegenden Tabellen den sogenannten p-Wert, welcher die Irrtumswahrscheinlichkeit angibt, so kann man erkennen, dass sowohl die elektrische Leitfähigkeit als auch der pH-Wert, einen signifikanten Unterschied aufweisen (liegt der p-Wert unter 0,05 so spricht man von einer eindeutigen Signifikanz). Der Unterschied der beiden Parameter lässt sich folgendermaßen erklären: Stallmax bringt Ionen in die Gülle ein und diese sorgen für die Veränderung der Leitfähigkeit und die Erhöhung des pH-Wertes.

Bei allen drei Varianten hat die Leitfähigkeit zwischen erstem und zweitem Durchgang abgenommen weil Kationen gebunden wurden.

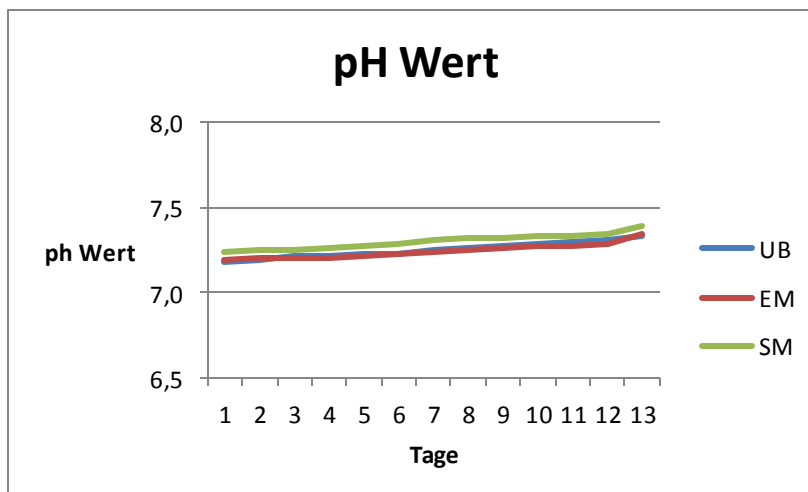
Der pH-Wert erhöhte sich weil organische Säuren in der Gülle von Mikroben für die Energiegewinnung verbraucht wurden. Es gibt jedoch keinen Unterschied des pH-Werts

zwischen der unbehandelten und der EM-Variante, sondern nur zwischen der Gülle welche mit Stallmax vermischt wurde und den anderen zwei Versuchsgruppen. Die entstandene Signifikanz bezieht sich somit nur auf SM.

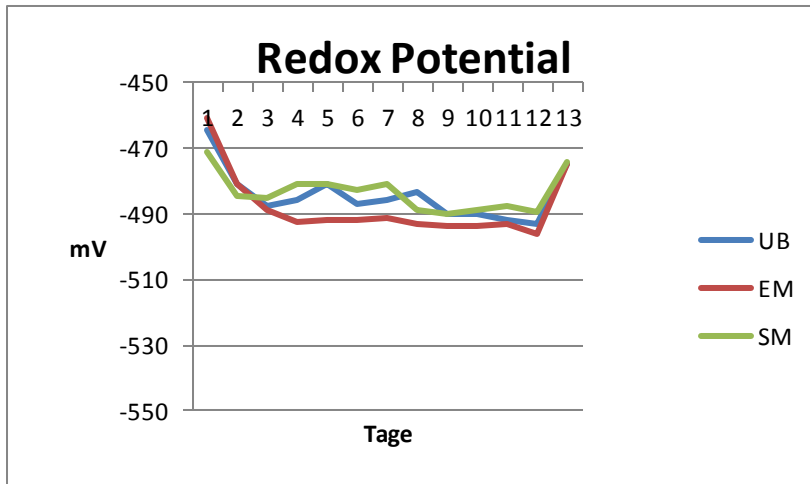
#### 4.1.1 Elektrische Leitfähigkeit



#### 4.1.2 pH Wert



### 4.1.3 Redox Potential

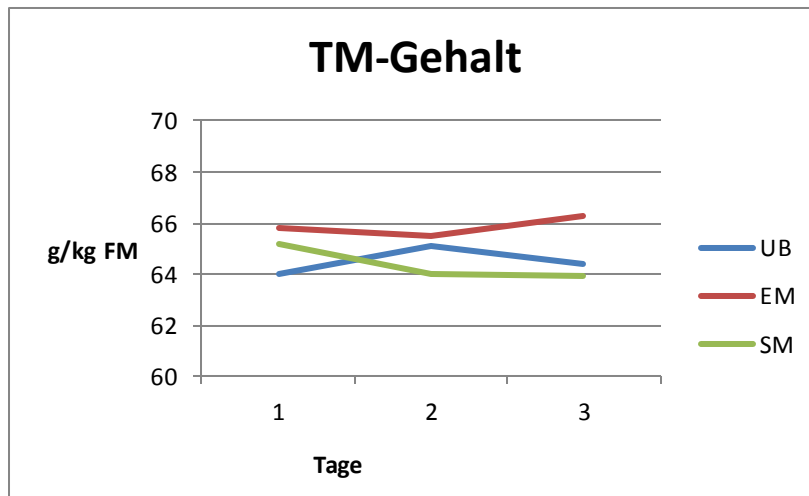


## 4.2 Chemische Parameter

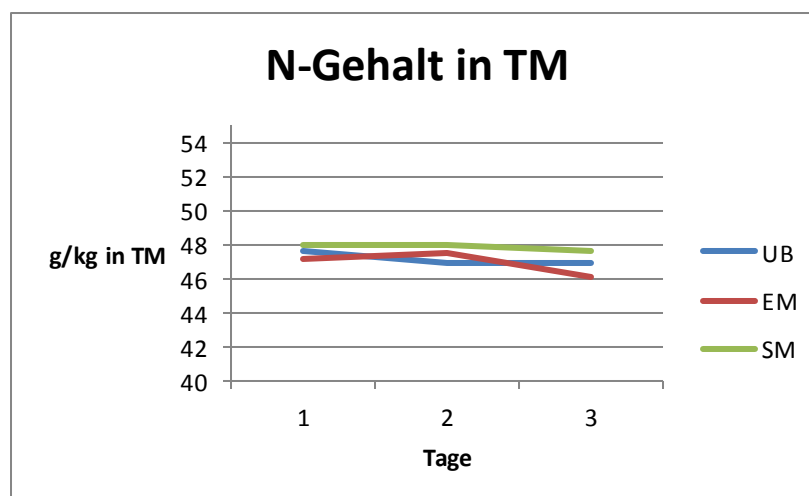
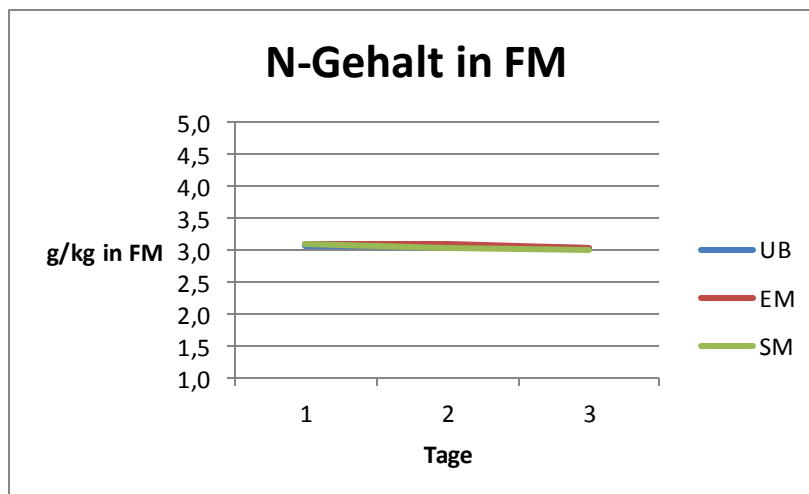
		Variante						
		UB		EM		SM		p Wert
		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	
<b>TM-Gehalt</b>	g/kg FM	64,52	1,93	65,88	1,96	64,35	1,96	0,43300
<b>XA-Gehalt in TM</b>	g/kg TM	247,93	2,85	244,93	2,85	248,68	2,85	0,11530
<b>K-Gehalt in TM</b>	g/kg TM	65,58	2,09	63,47	2,09	64,96	2,09	0,29860
<b>Ca-Gehalt in TM</b>	g/kg TM	21,88	0,75	21,60	0,75	21,99	0,75	0,72420
<b>Mg-Gehalt in TM</b>	g/kg TM	9,02	0,23	8,87	0,23	9,03	0,23	0,50740
<b>P-Gehalt in TM</b>	g/kg TM	8,59	0,09	8,60	0,09	8,64	0,09	0,86070
<b>N-Gehalt in FM</b>	g/kg FM	3,06	0,05	3,08	0,05	3,06	0,05	0,73530
<b>N-Gehalt in TM</b>	g/kg TM	47,18	0,76	46,93	0,78	47,86	0,78	0,23080
<b>NH<sub>4</sub>-Gehalt in FM</b>	g/kg FM	1,05	0,01	1,03	0,01	1,04	0,01	0,71280
<b>NH<sub>4</sub>-Gehalt in TM</b>	g/kg TM	16,38	0,59	15,73	0,59	16,30	0,59	0,30190

Bei den chemischen Parametern lassen sich keinerlei gravierende Unterschiede feststellen. Es ist lediglich zu beachten, dass beim ersten Durchgang eine stärkere Fasermatte vorhanden war und somit entstanden bei allen drei Varianten Wertveränderungen, welche auf eine stärkere mikrobielle Zersetzung zurückzuführen sind.

#### 4.2.1 Trockenmassegehalt



#### 4.2.2 Stickstoffgehalt





## **5. Schlussfolgerung**

Die Versuchsergebnisse lassen eindeutig erkennen, dass sowohl das Bakterienpräparat, (EM) wie auch das Pflanzenextraktmittel (Stallmax) als Zusatzstoffe in der Rindergülle keinerlei Effekte auf die gemessenen physikalischen Parameter (elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Redox-Potential) zeigen.

Diese Mittel konnten den pH-Wert der Gülle nicht stabilisieren, sondern es erfolgte ein leichter Anstieg während der Lagerzeit. Zu beachten ist jedoch, dass diese Erhöhung auch in der unbehandelten Gülle festgestellt wurde.

Anhand dieser Ergebnisse lässt sich keine Notwendigkeit vom Einsatz solcher Zusatzmittel zur Behandlung der Rindergülle ableiten.

## 6. Zusammenfassung

In der heutigen Landwirtschaft ist eine gute Güllequalität essentiell. Verschiedene Präparate versprechen den Nährstoffverlust während der Lagerung zu verringern und somit können bestmögliche Erträge erreicht werden.

In dem Versuch, welcher am Morarhof-Trautenfels durchgeführt wurde, testete man zwei verschiedene Güllezusätze auf ihre Wirksamkeit. Einerseits effektive Mikroorganismen, andererseits das Pflanzenextraktmittel Stallmax. Bei der Versuchsgülle handelte es sich um eine Bio-Milchviehgülle.

Die verschiedenen Varianten wurden mehrere Tage und in zwei Durchgängen mit Hilfe eines standardisierten Versuchsaufbaus analysiert und sowohl chemische (Trockenmasse, Rohasche, Kalium, Kalzium, Magnesium, Phosphor, Stickstoff, Ammonium) als auch physikalische Parameter (elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Redox-Potential) berücksichtigt. Die Datenauswertung erfolgte mit einem Statistikprogramm.

Anhand der gewonnenen Ergebnisse kann man erkennen, dass der pH-Wert und die elektrische Leitfähigkeit eine Signifikanz aufweisen. Der Unterschied bezieht sich jedoch nur auf die Versuchsgruppe mit Stallmax und lässt sich auf die zusätzlich eingebrachten Ionen zurückführen. Der pH-Wert erhöht sich nur bei dieser Variante, aber bei allen drei Gruppen nimmt die Leitfähigkeit zwischen erstem und zweitem Durchgang ab. Bei den chemischen Parametern wurden bis auf die geringere Fasermatte, aufgrund stärkerer mikrobieller Zersetzung zwischen erstem und zweitem Durchgang, keine Veränderungen festgestellt.

Damit lässt es sich schlussfolgern, dass keine der beiden Zusätze Veränderungen bewirkt haben.

## 7. Abstract

In today's agriculture good quality manure is essential. Various preparations promise to reduce the nutrient loss during storage. With good manure, the farmer gets the best yields.

The experiment was carried out at the Moarhof-Trautenfels. Two manure additives were tested for their efficiency. On one hand there are effective microorganisms and on the other hand there are the plant extract resources Stallmax. The liquid manure was produced from organic dairy cows.

The different variants were performed for several days and in two passes. Chemical (dry matter, crude ash, potassium, calcium, magnesium, phosphorus, nitrogen, ammonium) and physical parameters (electrical conductivity, pH value, redox potential) were analyzed and a standardized experimental setup was used. Data analysis was done with a statistics program.

Based on the results it can be seen that the pH value and the electrical conductivity have significance. The difference relates only to the experimental group with Stallmax and can be traced back to the additionally introduced ions. The pH value increases only in this variant, but in all three groups the conductivity between the first and the second passage decreases. At the chemical parameters only a smaller fiber mat was observed, due to enhanced microbial decomposition between first and second passage. There were found no other changes.

Thus it can be concluded that neither of the two additives have effected changes.

## Literaturverzeichnis

**BARTUSSEK; H.; LENZ, V.; WÜRZL, H. und ZORTEA,W. (2002a,b,c,d):** Rinderstallbau; 3. Völlig neu bearbeitete Auflage, Graz: Leopold Stocker Verlag; Seite: 151ff/213

**HONISCH, M. (2009a):** Reduktion von Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft (Güllebehandlung und Güllezusätze); IBK Arbeitsgruppe Landwirtschaft und Umweltschutz; Seite: 5f/29 (PDF.-Datei 6.12.2014)

**HONISCH, M. (2009b):** Reduktion von Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft (Güllebehandlung und Güllezusätze); IBK Arbeitsgruppe Landwirtschaft und Umweltschutz; Seite: 5/29 (PDF.-Datei 6.12.2014)

**KOWALEWSKY, H. (2013a):** LWK Niedersachsen; Verminderung von Emissionen bei der Lagerung von organischen Düngern; Seite: 1/4 (PDF-Datei 7.12.2014)

**KOWALEWSKY, H. (2013b):** LWK Niedersachsen; Verminderung von Emissionen bei der Lagerung von organischen Düngern; Seite 3/4 (PDF-Datei 7.12.2014)

**PÖLLINGER, A.; SCHUPFER, F. und ZAINER, J. (1999):** Die Entmistung mittels Slalomsystem in der Rinderhaltung

**PÖTSCH, E. (2007):** Güllezusätze Problemlösung oder Geldverschwendung?; Seite: 1/2 (PDF-Datei 6.12.2014)

**RICHTLINIEN FÜR SACHGERECHTE DÜNGUNG (2006):** Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft, 6. Auflage; Seite 60/79 (PDF-Datei 6.12.2014)

**SCHAFFER,R. (2005-2009a,b):** Pflanzenbauskriptum, Raumberg

**Xylem-Let's Solve Water (2014a):** Spülverfahren

<http://www.xylemwatersolutions.com/scs/germany/de-de/anwendungen/landwirtschaft/G%3%bc3%bcclletechnik%20in%20der%20Rinderhaltung/Sp%3%bc3%bcclverfahren/Seiten/default.aspx> (7.12.2014)

**Xylem-Let's Solve Water (2014b): Treibmistverfahren**

<http://www.xylemwatersolutions.com/scs/germany/de-de/anwendungen/landwirtschaft/G%c3%bcIetechnik%20in%20der%20Rinderhaltung/Treibmistverfahren/Seiten/default.aspx> (7.12.2014)

## **Abbildungsverzeichnis:**

**Abb. 1:** Slalom-System (BUSCHMANN Gulleruhrwerke)

<http://www.quelleruehrwerke.de/index.php/systeme-einbaumasse/slalomsystem>

(7.12.2014)

**Abb. 2:** Gülle Spülverfahren (XYLEM-Let's Solve Water, 2014)

<http://www.xylemwatersolutions.com/scs/germany/de->

[de/anwendungen/landwirtschaft/PublishingImages/Sp-1.gif](http://www.xylemwatersolutions.com/scs/germany/de-de/anwendungen/landwirtschaft/PublishingImages/Sp-1.gif) (7.12.2014)

**Abb. 3:** Treibmistverfahren (XYLEM- Let's Solve Water, 2014)

<http://www.xylemwatersolutions.com/scs/germany/de->

[de/anwendungen/landwirtschaft/G%3%bc3%bcclletechnik%20in%20der%20Rinderhaltung/Treibmistverfahren/Seiten/default.aspx](http://www.xylemwatersolutions.com/scs/germany/de-de/anwendungen/landwirtschaft/G%3%bc3%bcclletechnik%20in%20der%20Rinderhaltung/Treibmistverfahren/Seiten/default.aspx) (7.12.2014)

**Abb. 4:** Schematische Darstellung des Versuchsgüllebehälters

**Abb. 5:** Versuchsaufbau