

# **Betrachtung von Gülleparametern zur Entwicklung und Erforschung der *Flüssigen Organischen Präzisionsdüngung* (FOPD)**

1 Zur Betrachtung der Gülleveränderung wurde Gülle aus einem Schweinemastbetrieb herangezogen, der die aerobe biologische Gülleumbautechnologie von PENERGETIC verwendet. Durch die Verwendung eines an die Wasserleitung eingebauten „Aqua Kat“ zur Trinkwasserstrukturierung und der PENERGETIC T Zufütterung in die Futterration für eine optimalere Verdauung, ist die Roh-Ausgangsgülle bereits besser und weist im Durchschnitt zur reinen Schweine-Rohgülle einen niedrigeren Salzgehalt auf, was an der Messung der elektrischen Leitfähigkeit in der Gülle sichtbar wird. Die Veränderungen der Nährstoffzusammensetzungen von Rohgülle zu PRG-Rottegülle sind signifikant. Die Rottedauer der Gülle beträgt bis zur Probennahme ca. 6 Monate. Der Wassergehalt der Gülle ist für eine konstante Rotte optimal. Der Wassergehalt ist für die Oberflächenerweiterung und Nährstoffaufnahme bzw. Nährstoffabspaltung und Speicherung aus festen und gasförmigen Substanzen für den biochemischen Umbau von Bedeutung.

## **Anwender-Betrieb:**

Karl und Roswitha Hollaus

Schweinemast

## **Produkte in Anwendung:**

PENERGETIC g Schweinegülle 2200M

PENERGETIC t Schweine 1242C

Aqua Kat 2“ 5250

## **Flüssige Organische Präzisionsdüngung (FOPD)**

Für die **Flüssige Organische Präzisionsdüngung** mit Güllen müssen einige Parameter zusammenstimmen, um bestmögliche Ergebnisse für Pflanzen- und Bodenernährung zu generieren. Das Bodenmikrobiom mit deren Symbionten zur Wurzel und Pflanze kann durch Reduktion von biologischen Giftstoffen und Schadgasen geschont werden. Bodenverdauungsprozesse können beschleunigt und gefördert werden. Unterstützende Rotte- bzw. organische Zersetzungsmechanismen lassen ein wurzelfreundliches Milieu entstehen. Die biologische aerobe Aufbereitung von Gülle ist zeitgebunden und benötigt für deren aeroben Umbauprozess eine gewisse Rottezeit bzw. Rottedauer. Die Rottezeit der Gülle ist abhängig von mehreren Faktoren und kann durch genaue Justierung einen optimalen Rotteprozess hervorbringen. **Flüssige Organische Präzisionsdüngung** mit Gülle setzt eine gute Fließfähigkeit mit einem hohen Wassergehalt in der Gülle voraus. Durch den aeroben Rotteprozess der Gülle erhöht sich der Wassergehalt in der Gülle zusätzlich mit gleichzeitiger Reduktion des Trockenrückstandes. Die fortwährende biologische Verdauung von Feststoffen in der Gülle verflüssigt diese, was den Wassergehalt automatisch erhöht. Gleichzeitig werden flüchtige Gase durch den Rotteprozess umgebaut und verflüssigt.

2

In erster Linie sind dies Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) und Cyanwasserstoff (HCN), auch Blausäure genannt. Letztere kann sowohl über die Atemwege als auch über die Haut in den Körper eindringen und bereits in geringen Konzentrationen zum Tod führen. Die größere Gefahr für Mensch und Tier ist aber Schwefelwasserstoff, der in der Gülle in größeren Mengen gebildet wird. In geringer Konzentration verbreitet Schwefelwasserstoff den Geruch von faulen Eiern. In hoher Konzentration ist es dagegen für unseren Geruchssinn nicht mehr wahrnehmbar, da Schwefelwasserstoff den Riechnerv lähmt. Schon ein Atemzug kann tödlich sein. Beiden Gasen ist zuzugewiesen, dass sie schwerer als Luft sind. Bei fehlender Luftbewegung sammeln sie sich in Bodennähe an. Weitere Gase, die in der Gülle durch biochemische Reaktion von Urin und Kot produziert werden, sind Ammoniak, Metan und Kohlendioxid.

Schwefelwasserstoff in der Gülle ist hochgiftig!

Für das Bodenmikrobiom ist diese Gefahr gleichzusetzen wie zu Mensch und Tier. Flüchtige Giftgase in Rohgüllen beeinflussen die Bodenmikroben und deren Symbionten. Die Boden- und Pflanzenernährung wird in deren biologischen natürlichen Zusammenspiel ausgebremst. Deshalb können Rohgüllen zur **Flüssigen Organischen Präzisionsdüngung** nicht herangezogen werden, da schwere Beeinträchtigungen in der Wurzelbildung die Folge sind. Die herkömmliche Gülledüngung sieht meist einen zeitlichen Abstand von der Ausbringung der Rohgüllen mit Einarbeitung bzw. Erdvermischung oder einer sogenannten Depotdüngung mit entsprechendem Abstand zum Saatkorn und der Jungwurzel vor. Hier muss sich die Pflanze den organischen Dünger in einer gewissen Tiefe „erwurzeln“. Bei einer Gülledepotablage wird die Rohgülle unter Luftabschluss in einem Bodenstreifen konserviert, was eine Umwandlung der giftigen Göllegase verhindert. Die Gölledepotablage geschieht absichtlich in einem gewissen Abstand zur Saatreihe, da die Schädigungen durch die Rohgüllen offensichtlich sind und die Jugendausbildung der Pflanzen beeinträchtigen. Diese

Gülledepots werden von den Pflanzenwurzeln nur zum Teil angenommen, was einen hohen Verlust an Wachstumspotenzial für die Pflanzen nach sich zieht. Grund hierfür sind die weiter austretenden giftigen Güllegase der Rohgülle. Das Bodenumfeld um das Gülledepot muss diese „schlechten“ Gase absorbieren und mit Hilfe des im Vorab geschwächten Bodenmikrobioms umbauen. So entsteht für einen gewissen Zeitraum ein biologisch inaktiver Raum, der die wichtigen aeroben Bodenkomplexe stört. Symbiosen können nur schwer entstehen. Die anschließende Pflanzenernährung durch Rohgülle funktioniert nur durch schnell verfügbare Nährstoffe im Rohgüllekomplex. Der eigentliche natürliche Pflanzenernährungskreislauf ist inaktiv.

Pflanzen ernähren sich von festen und flüssigen Parametern in unterschiedlichen Ausführungen im Wurzelbereich. Gase können von Wurzeln nicht aufgenommen werden und behindern deren Pflanzenernährung. So ist es bei der **Flüssigen Organischen Präzisionsdüngung** von äußerster Wichtigkeit, dass Nährstoffe, die in Rohgülle gasförmig vorhanden sind, durch einen biologischen Umbau der Gülle verflüssigt und pflanzenverfügbar gespeichert bzw. zur Verfügung gestellt werden.

## 3

## Beschreibung von Veränderungen der Hauptnährstoffe in PRG-Rottegülle zur *Flüssigen Organischen Präzisionsdüngung (FOPD)*

### Ammonium (NH<sub>4</sub>-N)

PRG-Rottegülle besitzt einen hohen Anteil an Stickstoff in Ammoniumform (NH<sub>4</sub>-N). Die Verflüssigung von Gasen in der PRG-Rottegülle gewährleistet eine optimale Pflanzenernährung, da der Umwandlungsprozess von Bakterien im Boden bereits in der PRG-Rottegülle erfolgt und so das Bodenmikrobiom keine unnötige Energie bzw. größere Mengen Bodensauerstoff verbraucht. Rohgülle hat einen hohen Ammoniakgehalt, sodass wertvoller Stickstoff (NH<sub>3</sub>+) in die Atmosphäre ausgast und für Boden und Pflanze nicht mehr erreichbar ist. Durch Nitrifikation in der PRG-Rottegülle wird das gasförmige Ammoniak durch nitrifizierende Bakterien in der Gülle zu flüssigem Ammonium (NH<sub>4</sub>-N) umgewandelt. Ammonium wird im Boden unter Sauerstoffverbrauch bakteriell zu Nitrit und anschließend von einer anderen Bakterienart (Nitrobacter) weiter zu Nitrat oxidiert und damit „entgiftet“ bzw. nutzbar gemacht.

Positive Bakterienkreisläufe unterbinden pathogene Bakterien, die für Pflanzen gefährlich sind und Krankheiten verursachen können. Die Krankheitserreger sind immer im Konkurrenzkampf mit den „guten“ Bakterien wie z.B. Zersettern. Pflanzen versuchen durch ihre Wurzelausscheidungen immer zu Gunsten der „Guten“ zu beeinflussen. PRG-Rottegülle fördert durch deren positives Milieu die „Guten“ Bakterien- und Pilzstrukturen.

### **Phosphor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**

PRG-Rottegülle besitzt einen höheren Phosphatgehalt (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) in der Originalsubstanz und Trockensubstanz. Biologische Rotteprozesse begünstigen eine bessere Phosphorgenerierung aus der Rohgülle. Phosphor ist neben Calcium und Kalium einer der wichtigsten Mineralstoffe für den Zellaufbau der Pflanzen. Gleichzeitig besitzt Phosphor wichtige biologische Funktionen im Rahmen des Energiestoffwechsels der Pflanzenzellen. Der höhere Phosphorgehalt in gerotteter Gülle begünstigt im Boden die Schaffung beständiger Bodenkrümel, eine verbesserte Bodengare, Vermehrung und Tätigkeit von Mikroorganismen. Zusätzlich wird ein verstärktes Wurzelwachstum der Pflanzen mit verstärkter Humusanreicherung generiert. Pflanzenwurzeln scheiden bei Phosphoraufnahme Säuren aus, um diesen in Lösung zu bringen. Die Hauptfunktion von Phosphor liegt bei der Auf-, Ab- und Umbaureaktion. Fett-, Kohlenhydrat-, Eiweiß- und Vitaminsynthesen sind hier ausschlaggebend. Phosphor begünstigt den Saftfluss und stärkt dadurch die Frostresistenz.

### **Kalium (K<sub>2</sub>O)**

4

Ebenso ist bei Rottegülle der Kaliumanteil höher als bei Rohgülle. Kalium (K<sub>2</sub>O) ist essenziell für den Wasserhaushalt der Pflanzen und deren Versorgung. Durch eine gute Kaliumversorgung in organischer Form können die Blattspaltöffnungen besser reguliert und die Wasserverdunstung reduziert werden. Die Abreife der Kultur wird begünstigt. Auch hier begünstigt eine hohe Kaliumversorgung im Pflanzensaft die Frostresistenz. Gleichzeitig kann die Pflanze eine höhere Gewebedichte generieren und wird somit standfähiger. Eine optimal mit Kalium versorgte Pflanze hat eine höhere Stoffwechselaktivität und ist resistenter gegen Pilzbefall und Krankheitserregern. Organisch verfügbares Kalium erhöht die Korneinlagerung und fördert Korngewichte. Kalium ist entscheidend für den Aufbau des Wurzeldruckes und fördert die Zellstreckung, was zu einem größeren Blattwachstum führt und dadurch die Photosyntheseoberfläche steigert.

### **Magnesium (Mg)**

Der Magnesiumgehalt in der PRG-Rottegülle ist im Vergleich zur Rohausgangsgülle stark erhöht. Magnesium (Mg) fördert das Wurzelwachstum und die Ertragsbildung, schützt die Pflanzen vor hoher Lichteinstrahlung bzw. Temperaturen und schützt sie vor Stress durch Trockenheit. Pflanzenverfügbares Magnesium ist essenziell. In der PRG-Rottegülle lagert sich Magnesium vermehrt an die Trockensubstanz, was einer Auswaschung stark vorbeugt. Magnesium hat eine wichtige Funktion zum Erhalt der Bodenstruktur und beugt einer Bodenverschlammung vor. Böden werden offenerporiger und können Wasser besser speichern. Gut dosierte PRG-Rottegülle kann die Magnesiumversorgung über den Boden gut bedienen. Magnesium ist ein zentraler Baustein des Blattgrüns (Chlorophyll) und daher für die Lichtreaktion der Photosynthese essenziell. Es ist unverzichtbar für die Synthese und Speicherung wichtiger Pflanzeninhaltsstoffe wie z.B. Proteine, Fette und Kohlenhydrate. Magnesium reguliert den Energiehaushalt der Pflanzen, da es aktivierende Wirkungen auf

verschiedene Enzyme hat. Zusätzlich ist Magnesium am Aufbau der Zellwände beteiligt und beeinflusst den Wasserhaushalt der Pflanze. Auch sorgt Magnesium für den Transport von Kohlenhydraten in die Ernteorgane und trägt so wesentlich zur Ertragsbildung bei.

### **Calcium (CaO)**

Ebenfalls ist der Calciumgehalt in gerotteter Gülle höher. Calcium (CaO) ist für Pflanzen essenziell. Es wird von Pflanzen in die Zellwände eingebaut und spielt eine wichtige Rolle bei Regulationsvorgängen des Pflanzenstoffwechsels. Ausreichend Calcium im Boden macht Pflanzen unempfindlicher gegenüber Krankheiten und Schädlingen. Calciumbrücken wirken Staunässe und Bodenerosion entgegen.

## **Beschreibung von Veränderungen der Mikronährstoffe in PRG-Rottegülle zur Nutzung für die 5 *Flüssige Organischen Präzisionsdüngung (FOPD)***

### **Schwefel (S)**

Giftiger Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) wird zu Schwefel (S) im Güllerotteprozess umgewandelt. Der Schwefelgehalt steigt in der PRG-Rottegülle sowohl in der Originalsubstanz als auch in der Trockensubstanz. Schwefel wird überwiegend in flüssiger Form für die Pflanzenernährung zur Verfügung gestellt. Die Bildung von organischem Schwefel begünstigt die Stickstoffkreisläufe (N). Schwefel ist wie Stickstoff ein essenzieller Bestandteil von Leben. Beide Elemente sind in biologischen Abläufen häufig miteinander verknüpft und bilden ein unzertrennliches Team. Schwefel in Sulfatform kann von den Pflanzen aufgenommen werden. Schwefel ist Bestandteil eines Enzyms, das für die Verarbeitung von Stickstoff erforderlich ist, sodass Schwefelmangel den Stickstoff-Stoffwechsel erheblich behindern kann. Zusammen mit Stickstoff ermöglicht Schwefel die Bildung der für die Proteinsynthese benötigten Aminosäuren. Er ist in Fettsäuren und Vitaminen zu finden und hat eine erhebliche Auswirkung auf Qualität und Geschmack von Kulturpflanzen. Schwefel spielt auch eine wesentliche Rolle bei der Photosynthese, dem Energiestoffwechsel und der Produktion von Kohlenhydraten. Schwefel wird für die Fixierung von Stickstoff (N) aus der Luft benötigt. Schwefelmangel ist meist von Stickstoffmangel kaum zu unterscheiden.

In gerotteten Güllen erhöht sich der Schwefelgehalt in der organischen Substanz, sowie in der Trockensubstanz.

Cyanwasserstoff (Blausäure, Zyklon B) wird im Rotteprozess umgebaut und verhindert so Vergiftungen des Bodenmikrobioms.

### **Natrium (Na)**

PRG-Rottegülle weist einen deutlich höheren Natriumgehalt in der Originalsubstanz und Trockensubstanz auf. Natrium (Na) ist ein wertvoller Bestandteil von Pflanzen, das für die Tierernährung von Wichtigkeit ist. So fördert Natrium die Grundfutterleistung und hält die Tiere gesund und fruchtbar. Ein Mangel an Natrium führt bei Tieren zu Appetitlosigkeit, Gewichtsverlust, Rückgang der Milchleistung. PRG-Rottegülle fördert die Natriumaufnahme der Pflanzen und kann beitragen den Natriumgehalt im Grundfutter von 2g Na/kg TM zu fördern. Für die Pflanze wirkt Natrium ähnlich wie Kalium und reguliert ebenso den osmotischen Druck der Zellen für eine effizientere Wasserausnutzung. Der steigende pH-Wert in der PRG-Rottegülle bestätigt den Anstieg von Natrium in der Gülle zusätzlich. Natrium fördert die Bildung von Fruktose und deren Umwandlung in Glukose.

### **Kupfer (Cu)**

6 Bei PRG-Rottegülle verlagert sich das in der Gülle befindliche Kupfer (Cu) in Richtung der Trockensubstanz, wo es organisch gebunden wird. Pflanzenverfügbares Kupfer im Boden, das von der Pflanze aufgenommen wird, macht Sauerstoffradikale unschädlich. So steuert Kupfer den photosynthetischen Elektronentransport. Für die Knöllchenbakterien der Leguminosen ist Kupfer ebenfalls von Wichtigkeit.

### **Zink (Zn)**

Der Zinkgehalt ist in der PRG-Rottegülle weit höher als in der Rohgülle. Zink (Zn) ist für die Steuerung des Pflanzenwachstums von Bedeutung. Zink aktiviert und ist gleichzeitig Bestandteil von verschiedenen Enzymen und ist für Stoffwechselkreisläufe in der Pflanze von Bedeutung. Bei einer schlechten Zinkversorgung bleibt die gesamte Pflanze in ihrem Wachstum zurück und man spricht vom „Zwergenwuchs“.

### **Mangan (Mn)**

PRG-Rottegülle weist einen leicht geringeren Mangangehalt auf als Rohgülle. Mangan (Mn) ist wichtig für die Bildung von Seitenwurzeln, nimmt direkten Einfluss auf die Photosynthese und ist an der Bildung von Chloroplasten beteiligt.

### **Bor (B)**

Auffallend bei der PRG-Rottegülle ist der ansteigende Borgehalt in der Originalsubstanz als auch in der Trockensubstanz. Bor (B) ist für Pflanzen ein essenzielles Spurenelement, das zum Aufbau von Zellwänden, dem Eiweißhaushalt und dem Kohlenhydratstoffwechsel benötigt wird. Bor verbessert die Membranstabilität und Membranfunktion, fördert das Pflanzenwachstum durch Einfluss auf die Zellteilung, aktiviert die Saccharosebildung und den Abtransport der Assimilate in die Speicherorgane. Ein Mangel an Bor beeinträchtigt die Blütenbildung und die Befruchtung.

## **Beschreibung der Veränderung des pH-Werts in PRG-Rottegülle zur *Flüssigen Organischen Präzisionsdüngung (FOPD)***

### **pH-Wert**

7 Bei Rottegülle steigt der pH-Wert an. Dies liegt an der aeroben aufbauenden Güllestruktur. Der Rotteprozess ist in etwa gleichzusetzen mit der strukturellen Veränderung des Ausgangsmaterials im Kompostierungsprozess zu Kompost. Anaerobe Faulverbindungen werden über einen bestimmten Zeitraum umgebaut und reduziert. Die Rottedauer ist ausschlaggebend für die Erhöhung des pH-Werts. Im Regelfall pendelt sich der pH-Wert bei Durchrottung über pH 8 ein.

## **Beschreibung der Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit in PRG-Rottegülle zur *Flüssigen Organischen Präzisionsdüngung (FOPD)***

### **Conduktivitäts-Wert**

In der PRG-Rottegülle sinkt die elektrische Leitfähigkeit ab und zeigt so die Reduzierung der Salzgehalte in der Gülle an. Ein geringerer Salzgehalt begünstigt das Pflanzenwachstum und fördert die Nährstoffaufnahme. Überschüssige Salzkonzentrationen werden durch den aeroben Rotteprozess abgebaut und „umverdaut“. Von Salzgehalten unter 12mS/cm werden boden- und pflanzenblockierende Mechanismen stark reduziert. Je niedriger die elektrische Leitfähigkeit der Gülle, desto weiter ist die Rottung vorangeschritten. Dieser Wert kann bei langer Durchrottungsdauer sogar unter 7 mS/cm abfallen. Je tiefer der Conduktivitäts-Wert ist, umso besser werden die Symbionten zwischen Boden, Pflanze und PEG-Rottegülle. Die Pflanzenernährung ist für die ***Flüssige Organische Präzisionsdüngung*** optimal. Optisch kann die Rottung durch eine Verdunkelung der Gülle beobachtet werden.

# Prüfberichte physikalische Gülleanalysen AGROLAB

**PRÜFBERICHT**

Auftrag **628279**  
 Analysennr. **565435 Wirtschaftsdünger**  
 Probeneingang **14.09.2022**  
 Probenahme **08.09.2022**  
 Kunden-Probenbezeichnung **15/9-2022/SGM/HK/6M/PG3/-/GL/-**

Einheit	Wert i.d.TS	Nachweisgr	Einheit	Wert i.d.OS	Methode
<b>physikalisch-chemische Parameter</b>					
Trockenrückstand	%		%	<b>1,64</b>	DIN EN 15934 : 2012-11, Verfahren A
Wassergehalt	%		%	<b>98,4</b>	Berechnung aus dem Messwert
Glühverlust (org.Substanz)	%	<b>53,9</b>	kg/cbm	<b>8,84</b>	DIN EN 15935 : 2021-10
<b>Makronährstoffe</b>					
Gesamtstickstoff (N)	%	<b>11</b>	kg/cbm	<b>1,8</b>	DIN EN 16168 : 2012-11
Ammoniumstickstoff (NH4-N)	%	<b>10</b>	kg/cbm	<b>1,7</b>	DIN 38406-5-2 : 1983-10
Phosphat ges. (als P2O5)	%	<b>6,67</b>	kg/cbm	<b>1,09</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kalium ges. (als K2O)	%	<b>11,0</b>	kg/cbm	<b>1,8</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Magnesium ges. (als MgO)	%	<b>6,59</b>	kg/cbm	<b>1,08</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Calcium ges. (als CaO)	%	<b>8,63</b>	kg/cbm	<b>1,42</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
<b>Mikronährstoffe</b>					
Natrium (Na)	mg/kg	<b>29200</b>	g/cbm	<b>479</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kupfer (Cu)	mg/kg	<b>236</b>	g/cbm	<b>3,87</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Zink (Zn)	mg/kg	<b>1550</b>	g/cbm	<b>25,4</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Schwefel (S)	%	<b>1,19</b>	kg/cbm	<b>0,2</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Mangan (Mn) gesamt	mg/kg	<b>994</b>	g/cbm	<b>16,3</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
<b>berechnete Werte</b>					
C/N-Verhältnis		<b>2,8</b>			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<b>Sonstige Untersuchungsparameter</b>					
Bor (B)	mg/kg	<b>95</b>	g/cbm	<b>1,6</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
pH-Wert				<b>8,5</b>	DIN EN 15933 : 2012-11

Abbildung 1: PRG-Rottegülle Schweinemast

8

**PRÜFBERICHT**

Auftrag **633988**  
 Analysennr. **580382 Wirtschaftsdünger**  
 Probeneingang **26.09.2022**  
 Probenahme **19.09.2022**  
 Kunden-Probenbezeichnung **17/9-2022/SGM/HK/ORI/-/GL/-**

Hinweis:  
 LWG-Gülleforschung

Einheit	Wert i.d.TS	Nachweisgr	Einheit	Wert i.d.OS	Methode
<b>physikalisch-chemische Parameter</b>					
Trockenrückstand	%		%	<b>2,39</b>	DIN EN 15934 : 2012-11, Verfahren A
Wassergehalt	%		%	<b>97,6</b>	Berechnung aus dem Messwert
Glühverlust (org.Substanz)	%	<b>69,6</b>	kg/cbm	<b>16,6</b>	DIN EN 15935 : 2021-10
<b>Makronährstoffe</b>					
Gesamtstickstoff (N)	%	<b>11</b>	kg/cbm	<b>2,7</b>	DIN EN 16168 : 2012-11
Ammoniumstickstoff (NH4-N)	%	<b>7,5</b>	kg/cbm	<b>1,8</b>	DIN 38406-5-2 : 1983-10
Phosphat ges. (als P2O5)	%	<b>2,77</b>	kg/cbm	<b>0,662</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kalium ges. (als K2O)	%	<b>7,60</b>	kg/cbm	<b>1,82</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Magnesium ges. (als MgO)	%	<b>3,88</b>	kg/cbm	<b>0,927</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Calcium ges. (als CaO)	%	<b>6,61</b>	kg/cbm	<b>1,58</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
<b>Mikronährstoffe</b>					
Natrium (Na)	mg/kg	<b>16500</b>	g/cbm	<b>394</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kupfer (Cu)	mg/kg	<b>181</b>	g/cbm	<b>4,33</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Zink (Zn)	mg/kg	<b>1020</b>	g/cbm	<b>24,4</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Schwefel (S)	%	<b>0,64</b>	kg/cbm	<b>0,15</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Mangan (Mn) gesamt	mg/kg	<b>1060</b>	g/cbm	<b>25,3</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
<b>berechnete Werte</b>					
C/N-Verhältnis		<b>3,6</b>			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<b>Sonstige Untersuchungsparameter</b>					
Bor (B)	mg/kg	<b>46</b>	g/cbm	<b>1,1</b>	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
pH-Wert				<b>7,7</b>	DIN EN 15933 : 2012-11

Abbildung 2: Rohgülle Schweinemast



# Prüfbericht

## AGROLAB Agrarzentrum GmbH

### Vorgehensweise der Probennahme mit weiterführender Beschreibung

Für die Probennahme der Gülle ist durch AGROLAB eine genaue Anweisung einzuhalten. Um exakte Ergebnisse der Nähstoffzusammensetzung in der Gülle zur landwirtschaftlichen Düngung zu bekommen, muss die Gülle vor der Probennahme homogenisiert werden. Dies geschieht mit Hilfe eines Rührwerks. Die Rührdauer erfolgt so lange, bis keine festen Bestandteile mehr zu sehen sind. Der homogenisierten Gülle wird eine Probenmenge von 1 Liter entnommen und in ein dafür von AGROLAB zugesendetes codiertes Schraubgefäß gefüllt und per Postweg zum Prüfort versendet. Jede eingesendete Probe erhält eine laborische Prüfnummer seitens AGROLAB.

Die Kunden-Probenbezeichnung wird von LWG festgelegt. Diese enthält eine fortlaufende Nummer, Monat und Jahr der Probennahme, Gülleart, Betriebskennzeichnung, Rottedauer, Aufwandmenge in Liter/100m<sup>3</sup> des Gülleaktivators von Penergetic und den Ort der Gülleentnahme.

9

Zum Vergleich von technischen Gülleanalysen kann nur Gülle desselben Betriebes verwendet werden. So wird vor Beginn der Gülleaktivierung zum Rotteprozess die Rohgülleprobe gezogen. Die Menge der Rohgülleproben beträgt ca. 10 Liter nach Abzug der verwendeten Menge von AGROLAB. Für weitere pflanzliche Gülleanalysen durch die LWG-Gülleforschung wird davon ein kleiner Teil verwendet. Die restliche Rohgülle wird in einem verschlossenen Eimer bis zur Vergleichsauswertung gelagert und archiviert. Vor der Archivierung wird die elektrische Leitfähigkeit gemessen und ein Gülle-Kressetest angesetzt.

Bei Betrieben mit Güllebehältern in der Güllerottung bzw. ohne Güllerottung, kann gleichzeitig die Rohgülle- und PRG-Rottegülleprobe gezogen werden.

Anhand von mehreren Gülleproben der gleichen Tierart, lässt sich durch physikalisch-chemische Analysen eine objektive Betrachtung der Güleveränderung in deren Nährstoffzusammensetzung, Nährstoffverlagerung, Nährstoffbildung, Wassergehalt, Trockensubstanz, C/N-Verhältnis und pH-Wert heranziehen. Die pflanzenanalytische Güllerbetrachtung kann so die Veränderung der physikalischen Parameter zum positiven oder negativen Pflanzen- und Wurzelwachstum wiedergeben.

Für die **Flüssige Organische Präzisionsdüngung** sind die Prüfergebnisse hinsichtlich der Zufuhr von Hauptnährstoffen in der PRG-Rottegülle und deren daraus zu berechnenden Düngermengen von Wichtigkeit.

## Veränderung der physikalisch-chemischen Parameter in Prozent

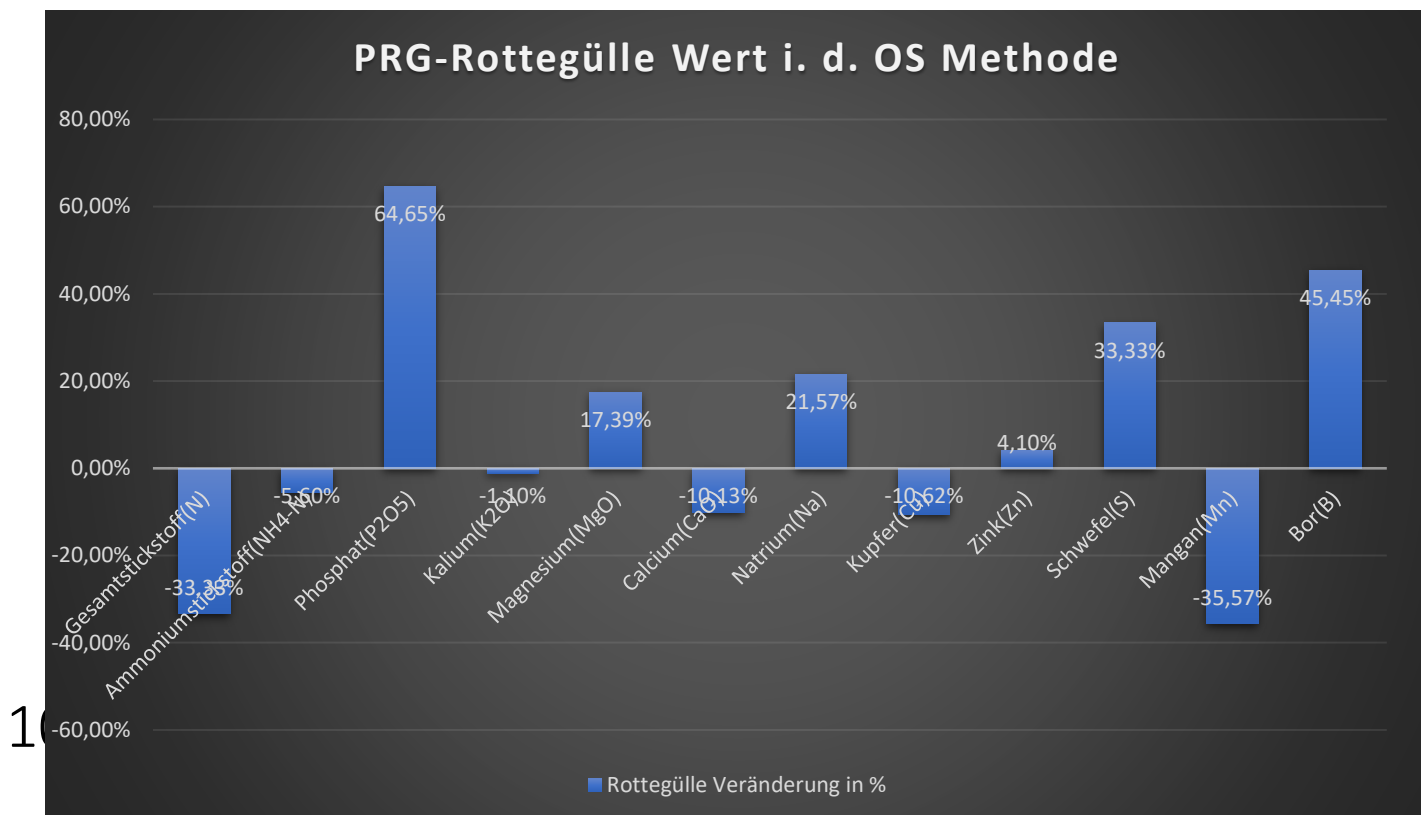


Abbildung 3: Veränderung der physikalisch-chemischen Parameter von PRG-Rottegülle zur Rohgülle

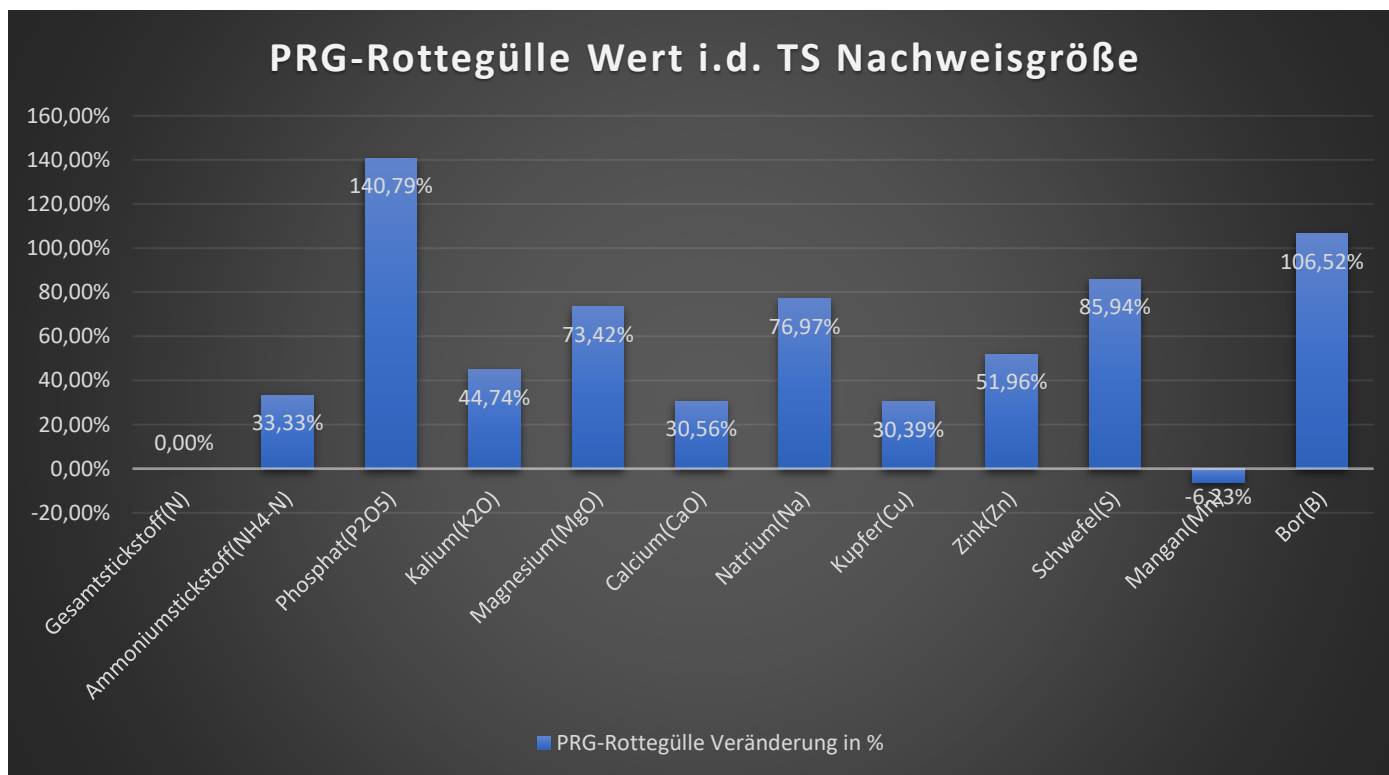


Abbildung 4: Veränderung der physikalisch-chemischen Parameter von PRG-Rottegülle zur Rohgülle

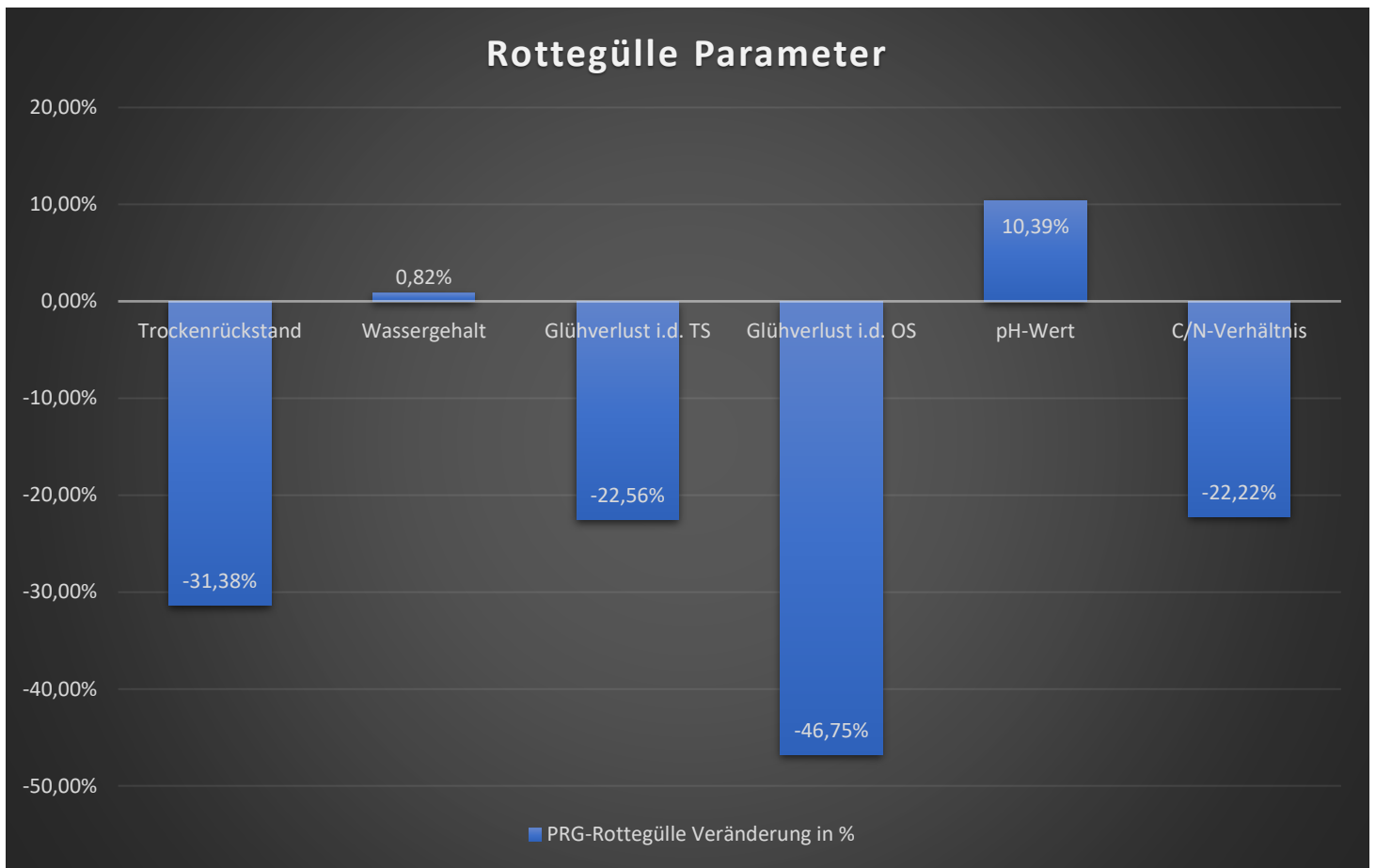


Abbildung 1: Veränderung der Parameter von PRG-Rottegülle zur Rohgülle

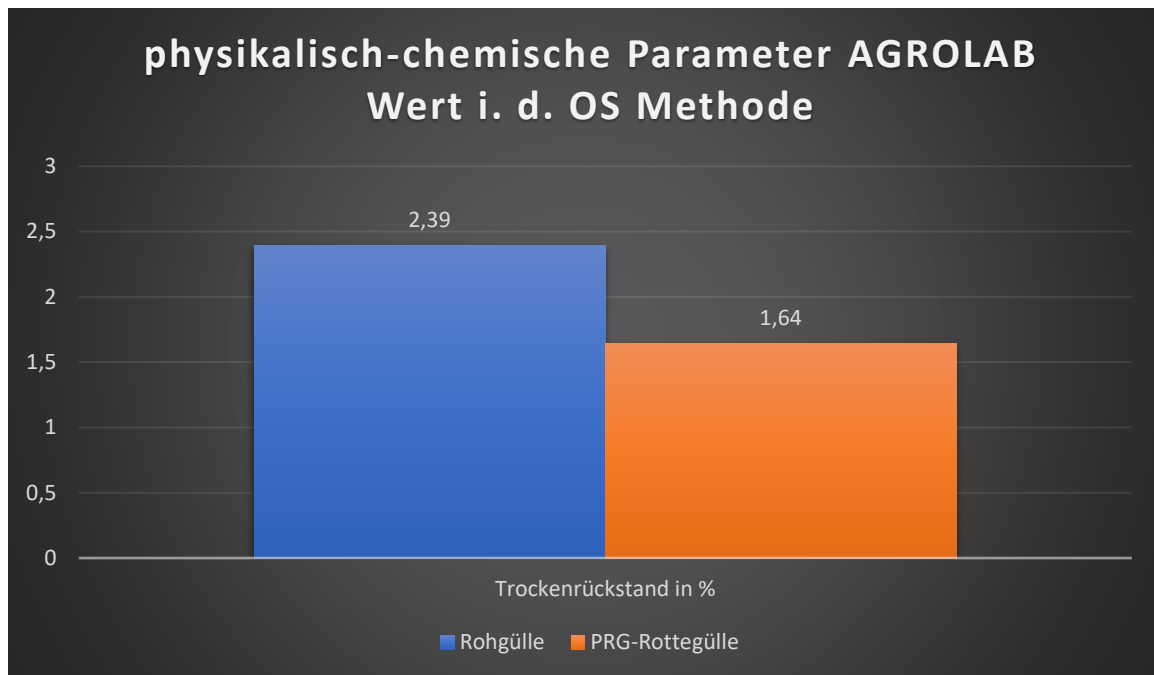


Abbildung 2: Veränderung Trockenrückstand in Prozent i. d. OS

12

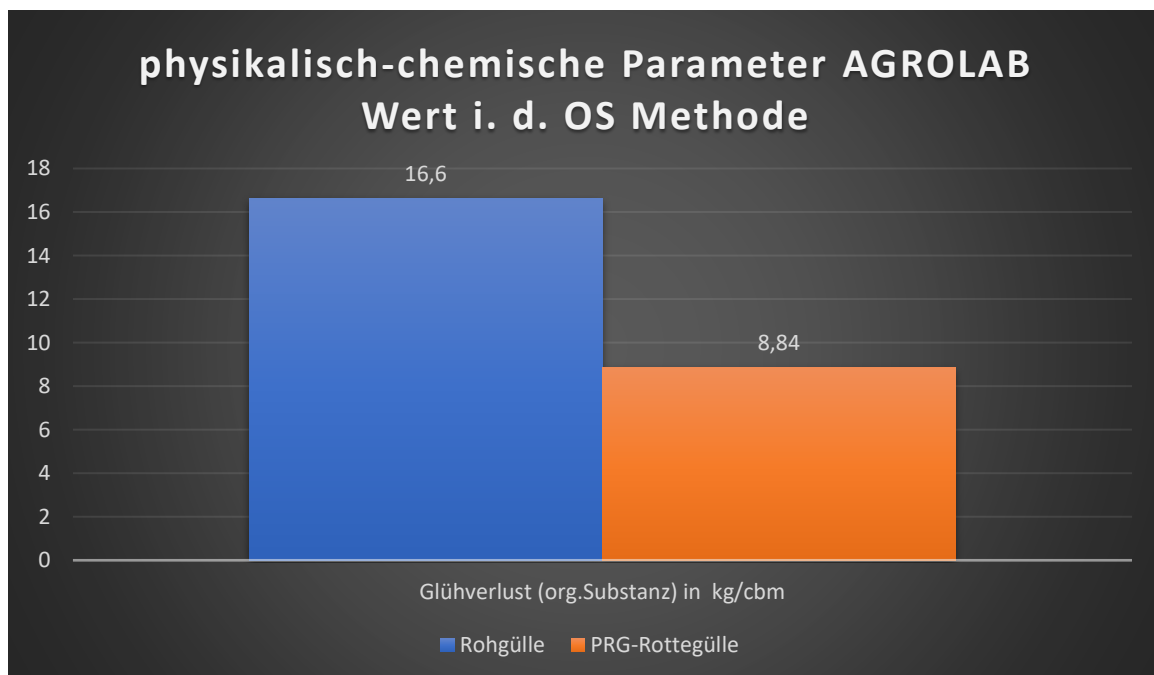


Abbildung 3: Veränderung Glühverlust in kg/cbm i. d. OS

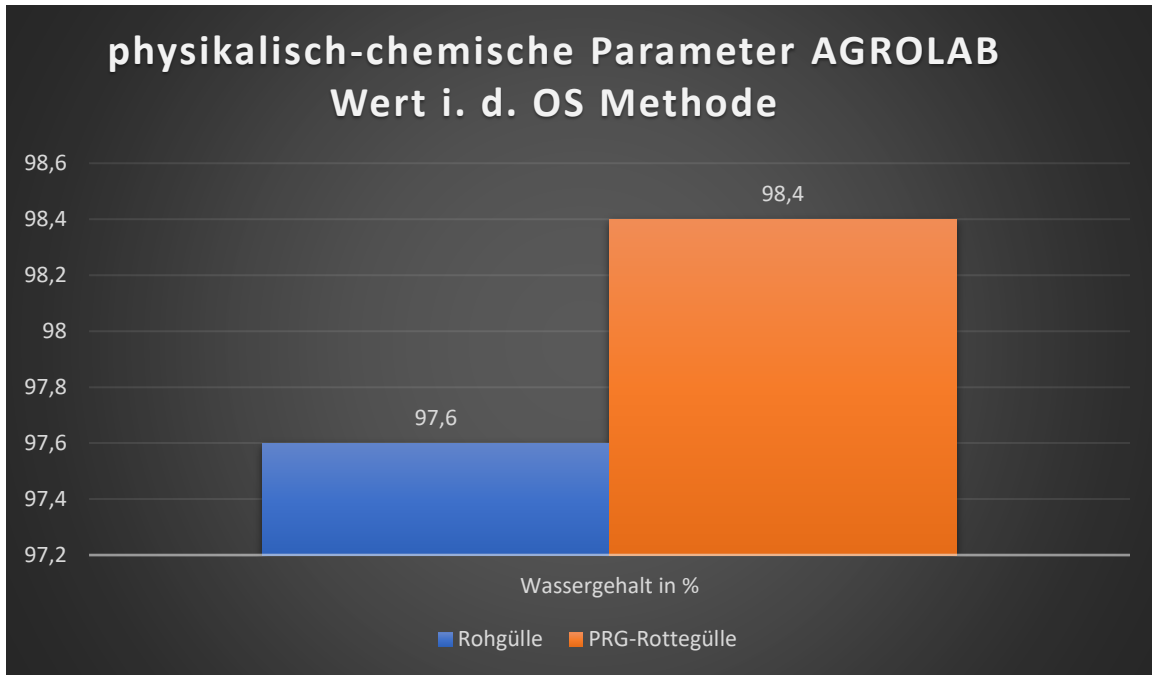


Abbildung 8: Veränderung Wassergehalt in Prozent i. d. OS

13

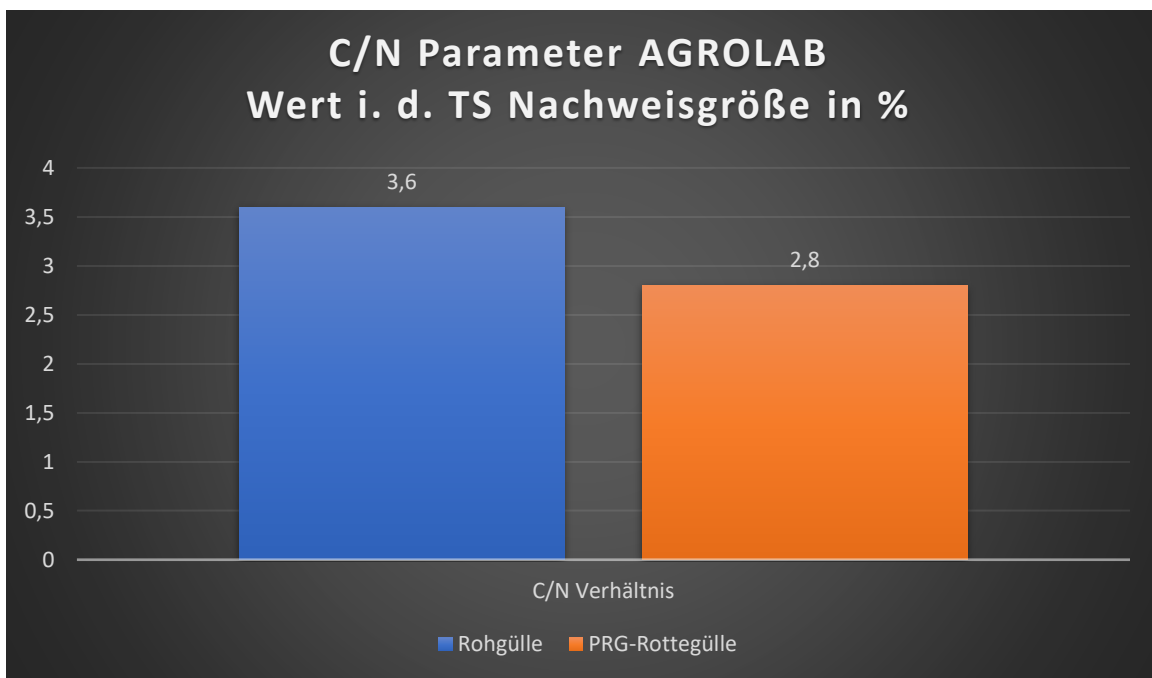


Abbildung 9: Veränderung C/N-Verhältnis in Prozent i. d. TS

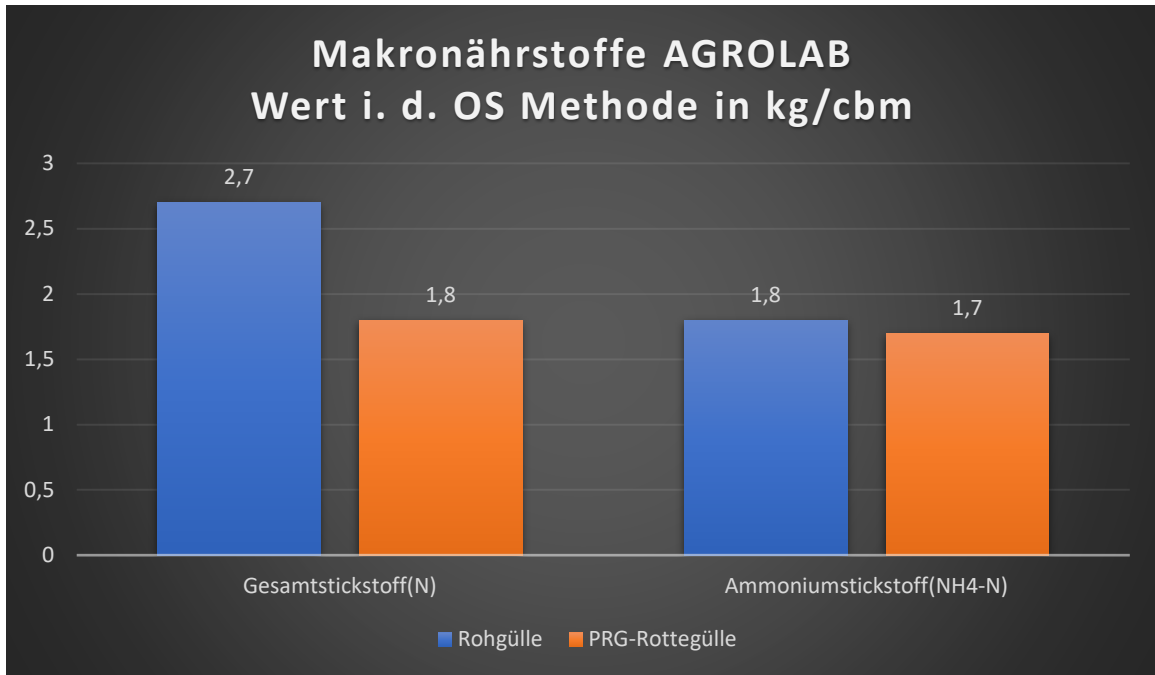


Abbildung 10: Veränderung Gesamtstickstoff u. Ammoniumstickstoff in kg/cbm i. d. OS

14

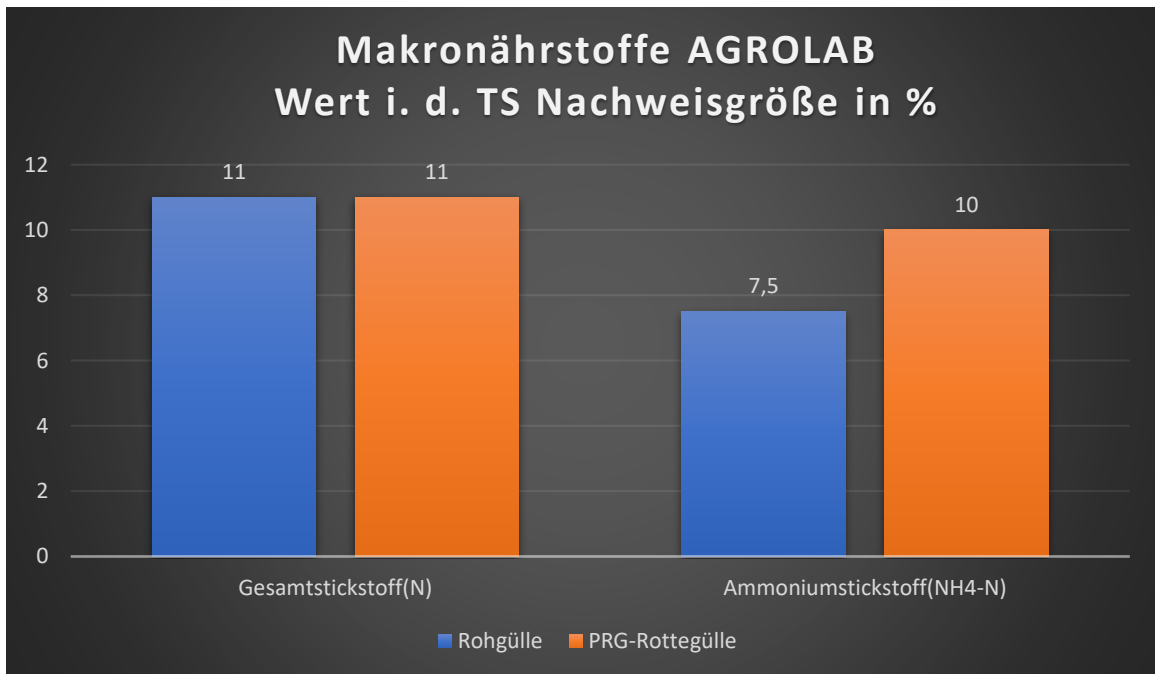


Abbildung 11: Veränderung Gesamtstickstoff u. Ammoniumstickstoff in Prozent i. d. TS

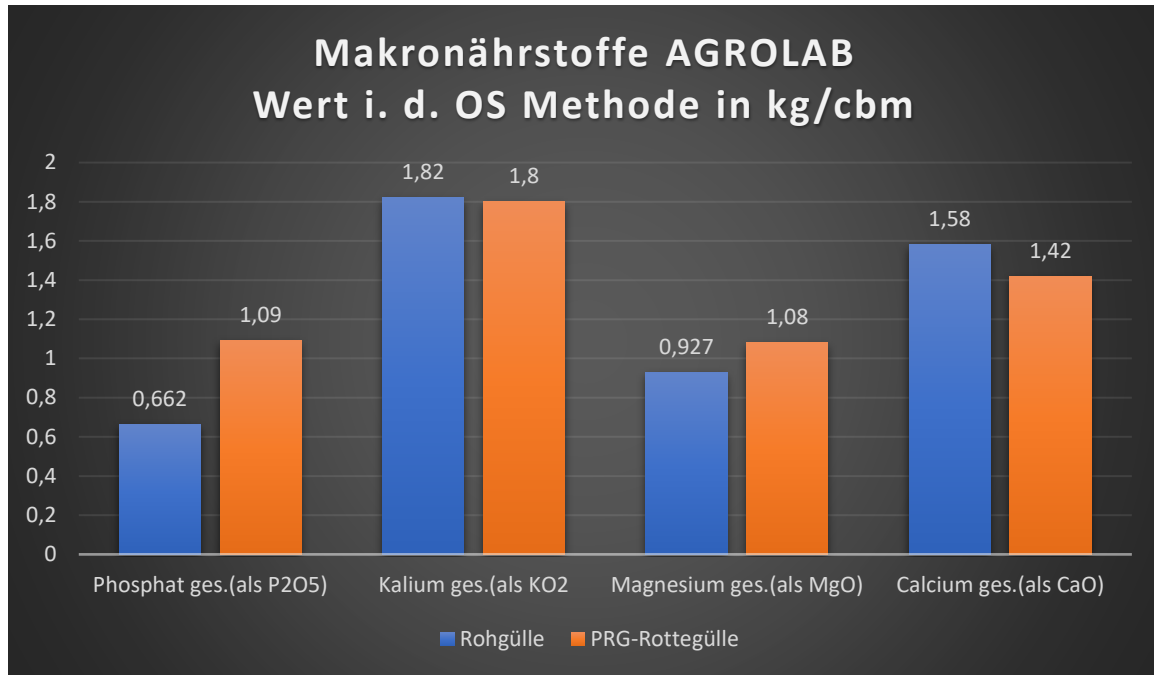


Abbildung 4: Veränderung Makronährstoffe in kg/cbm i. d. OS

15

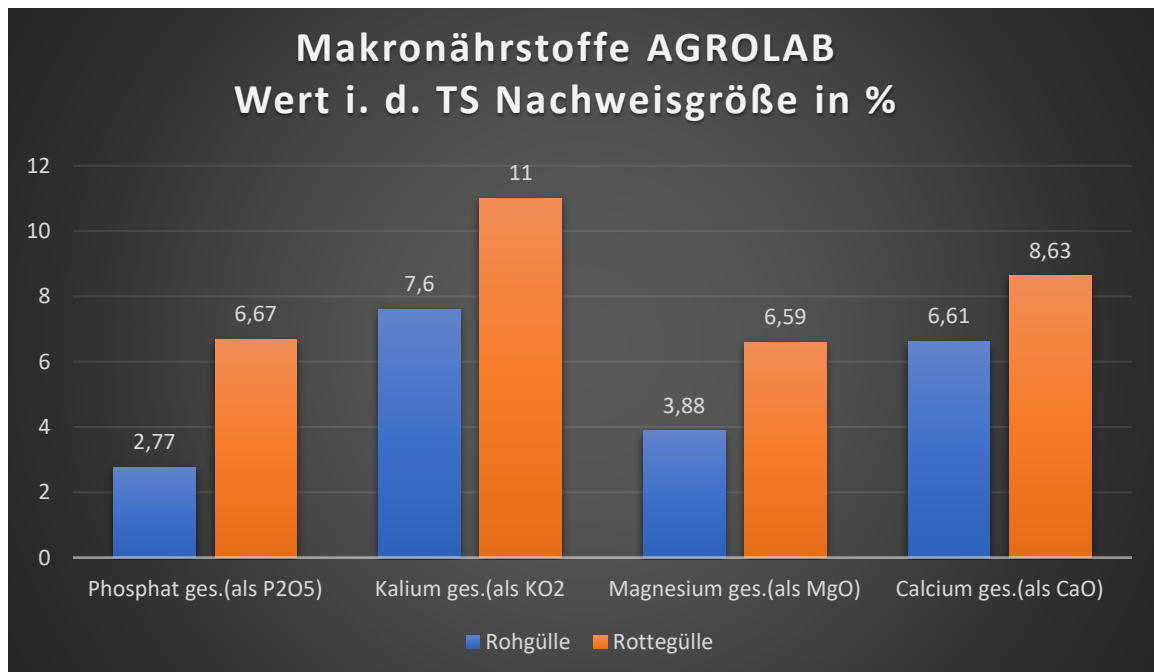


Abbildung 5: Veränderung Makronährstoffe in Prozent i. d. TS

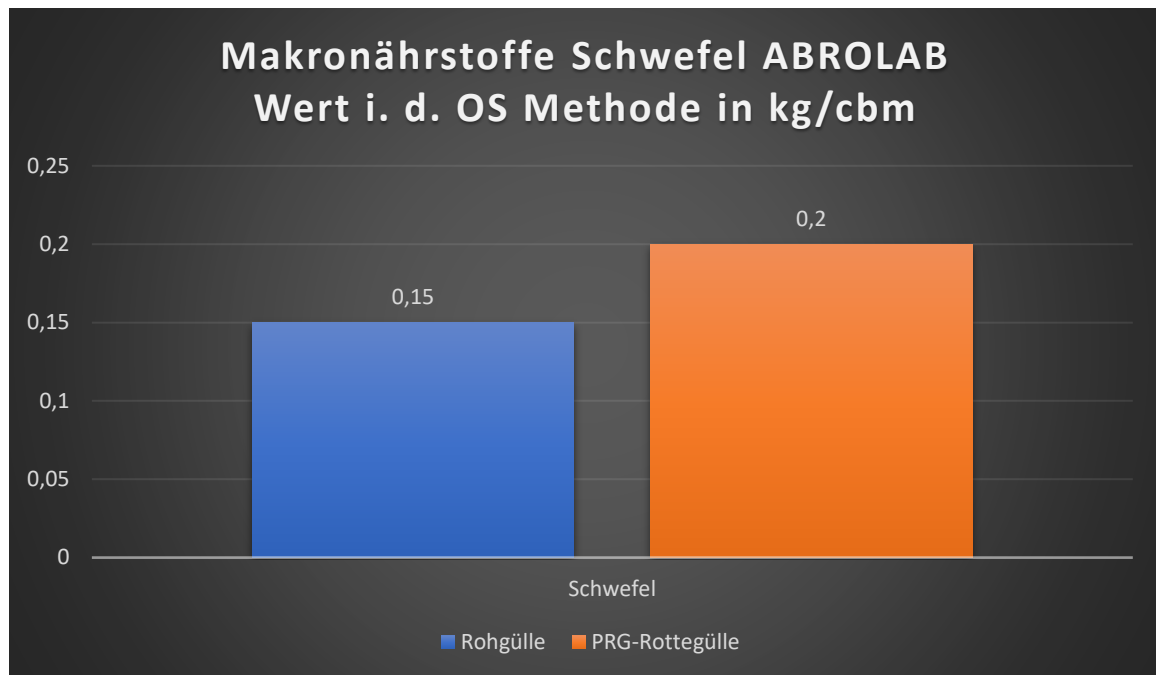


Abbildung 6: Veränderung Schwefel in kg/cbm i. d. OS

16

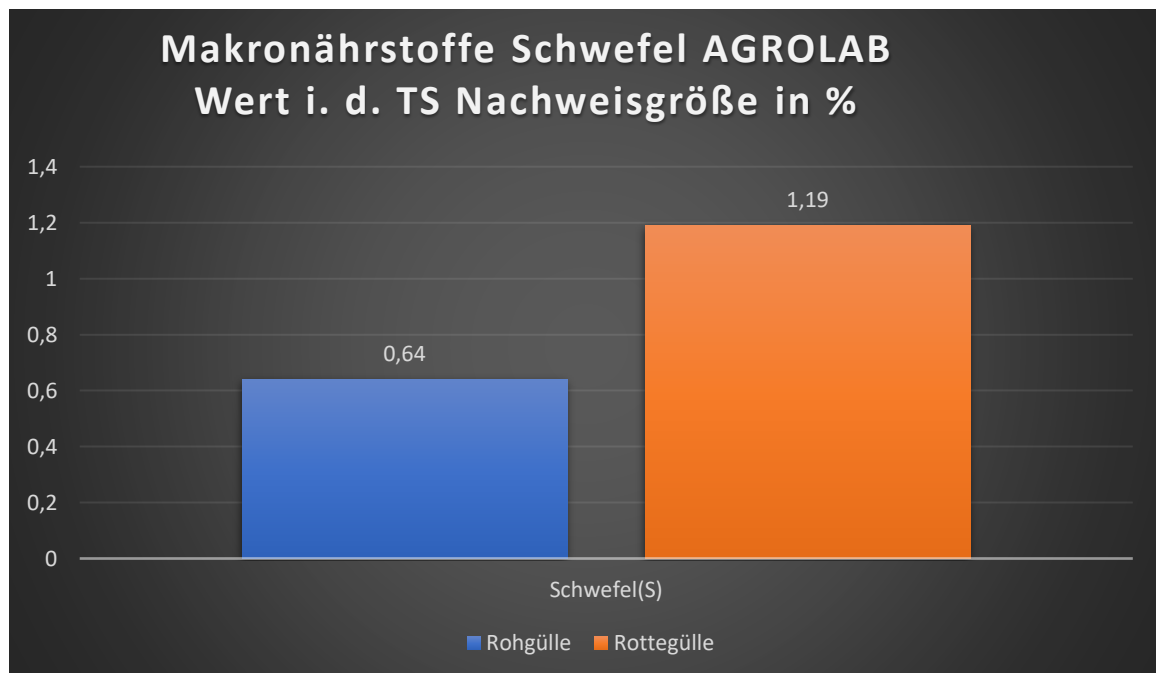
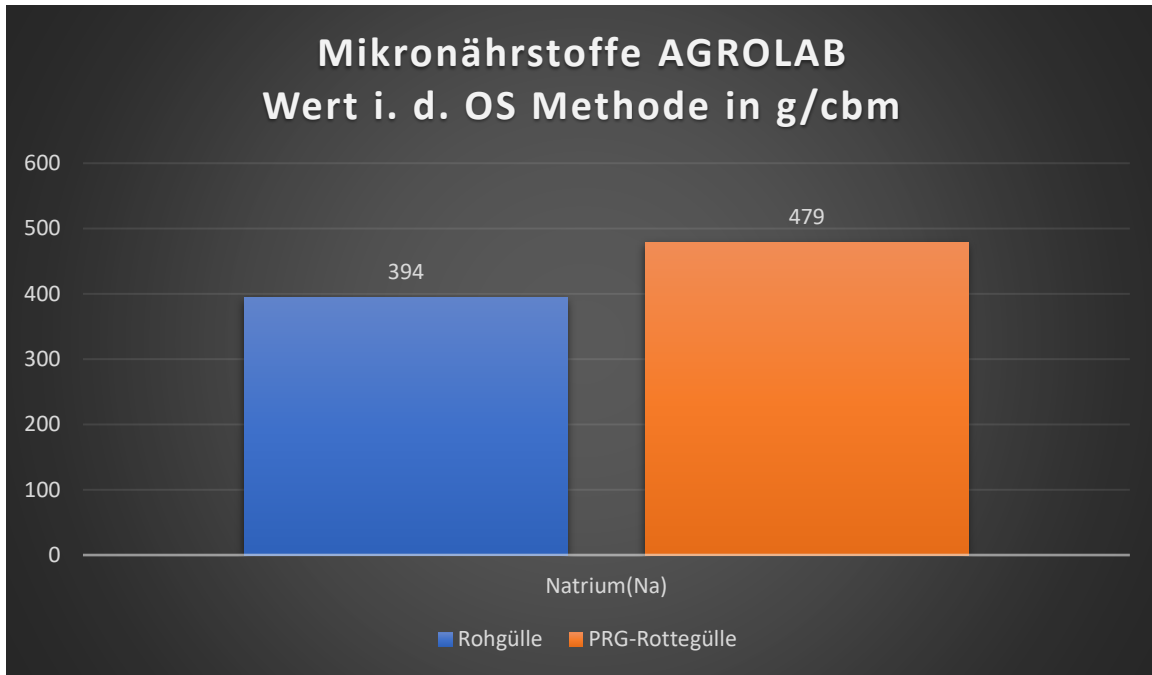


Abbildung 7: Veränderung in Prozent i. d. TS





17

Abbildung 16: Veränderung Natrium in g/cbm i. d. OS

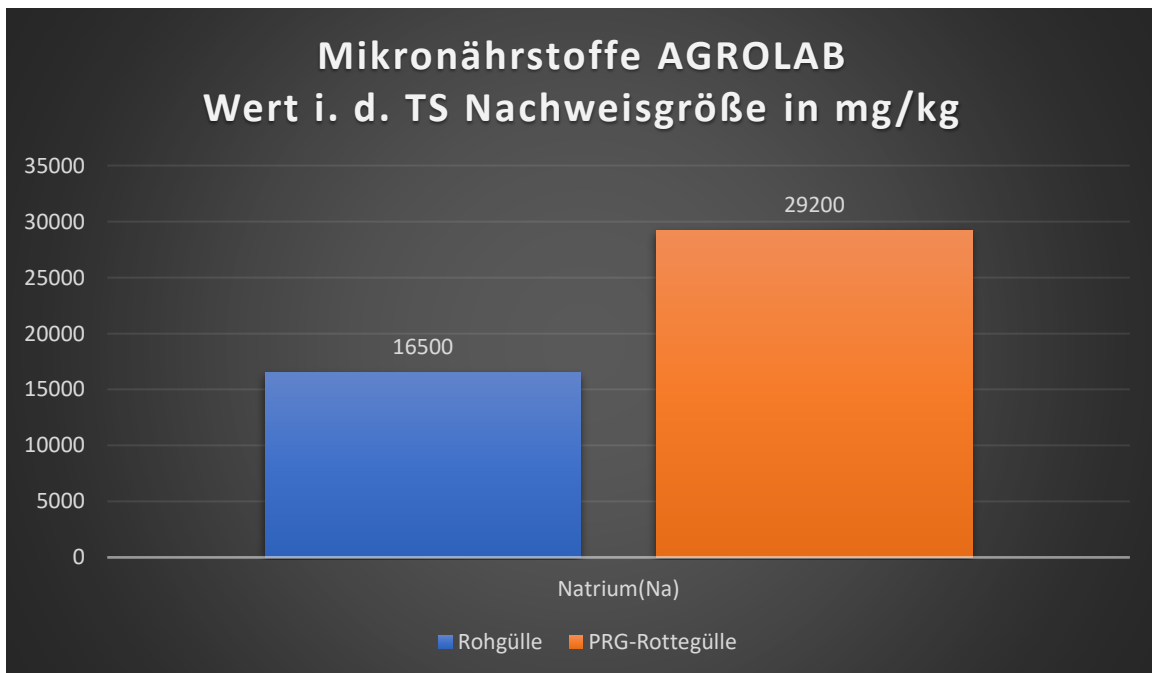


Abbildung 17: Veränderung Natrium in mg/kg i. d. TS

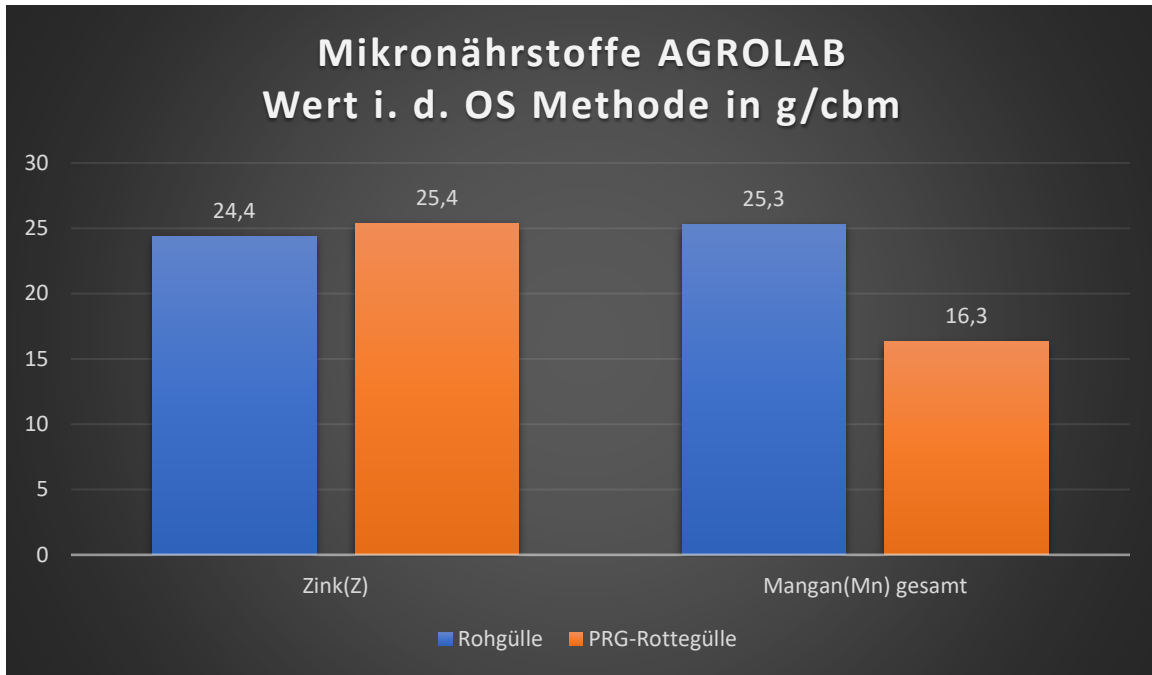


Abbildung 8: Veränderung Zink u. Mangan in g/cbm i. d. OS

18

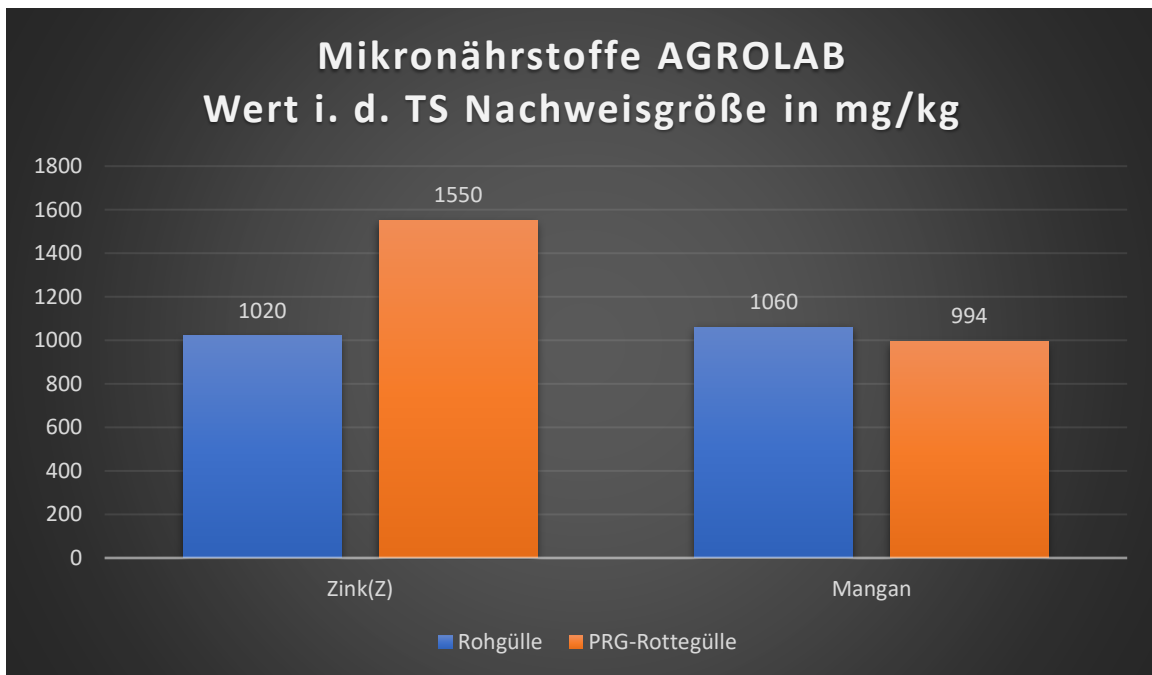


Abbildung 9: Veränderung Zink u. Mangan in mg/kg i. d. TS

19

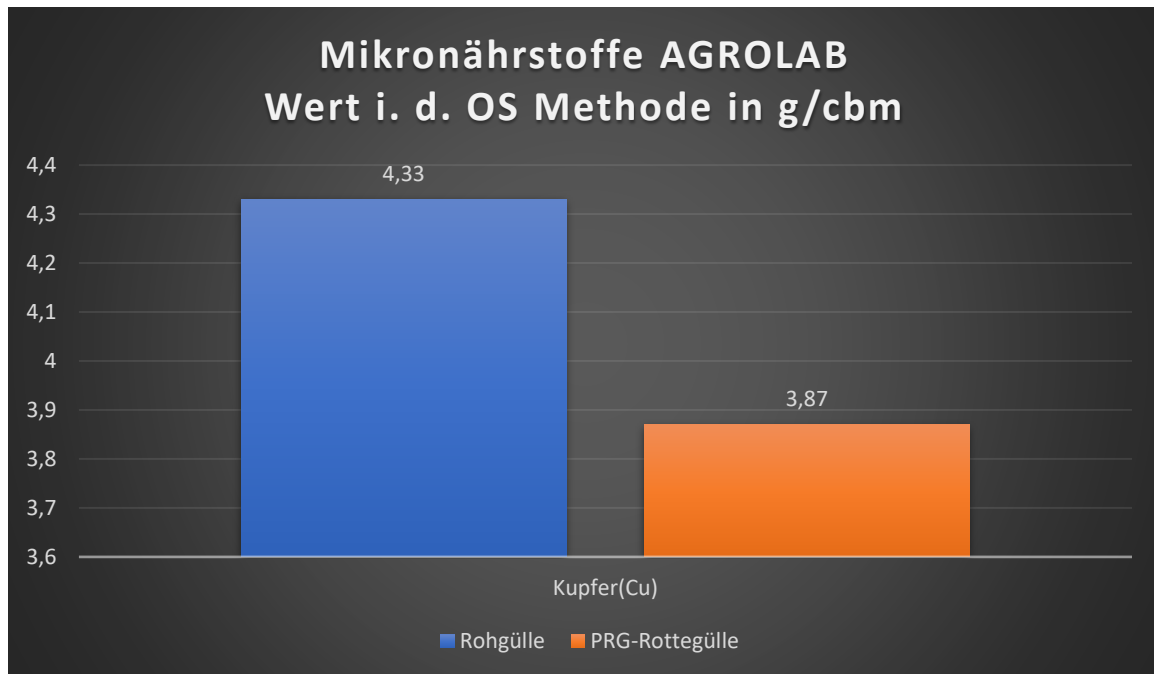


Abbildung 10: Veränderung Kupfer in g/cbm i. d. OS

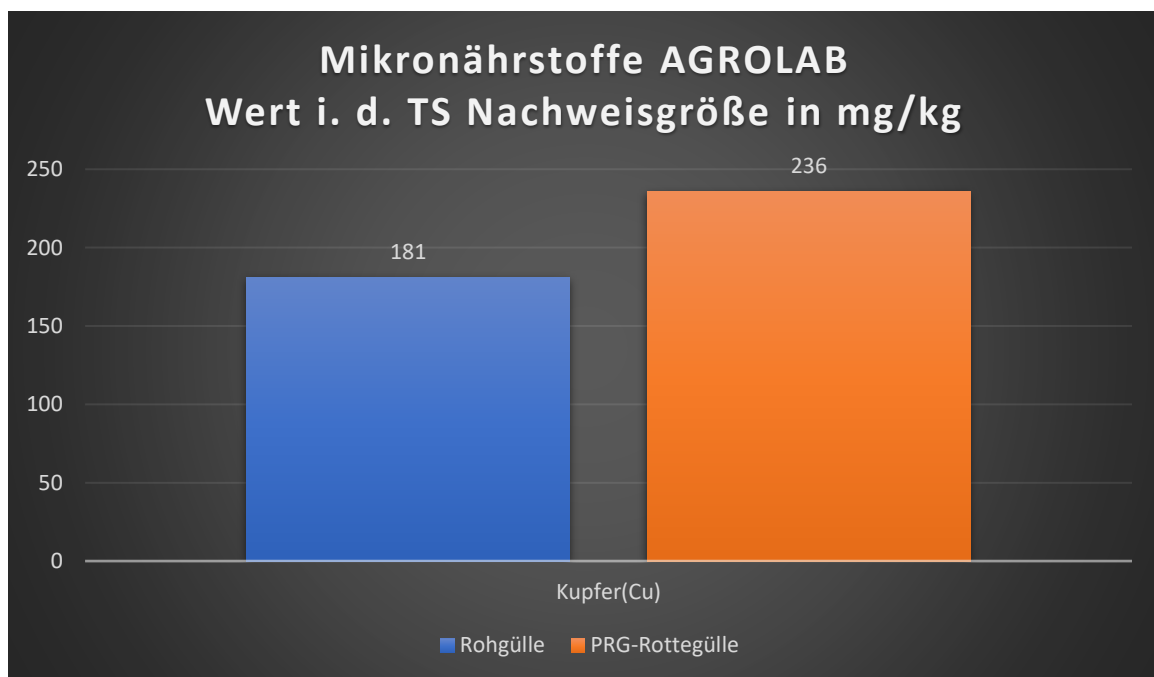


Abbildung 11: Veränderung Kupfer in mg/kg i. d. TS

20

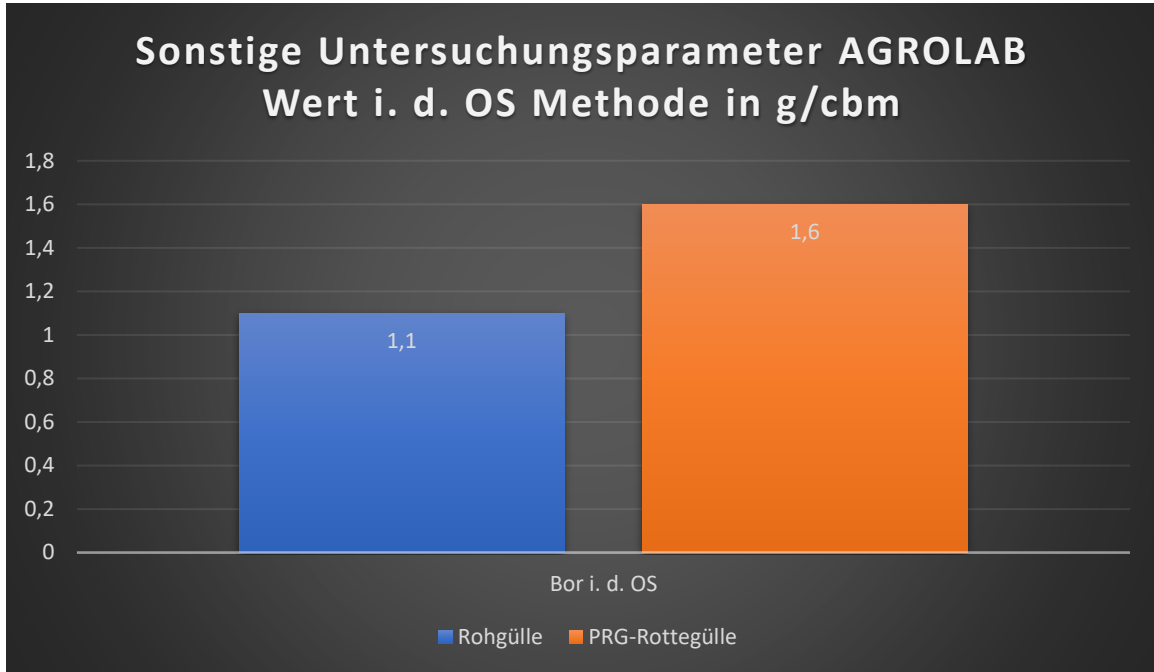


Abbildung 12: Veränderung Bor in g/cbm i. d. OS

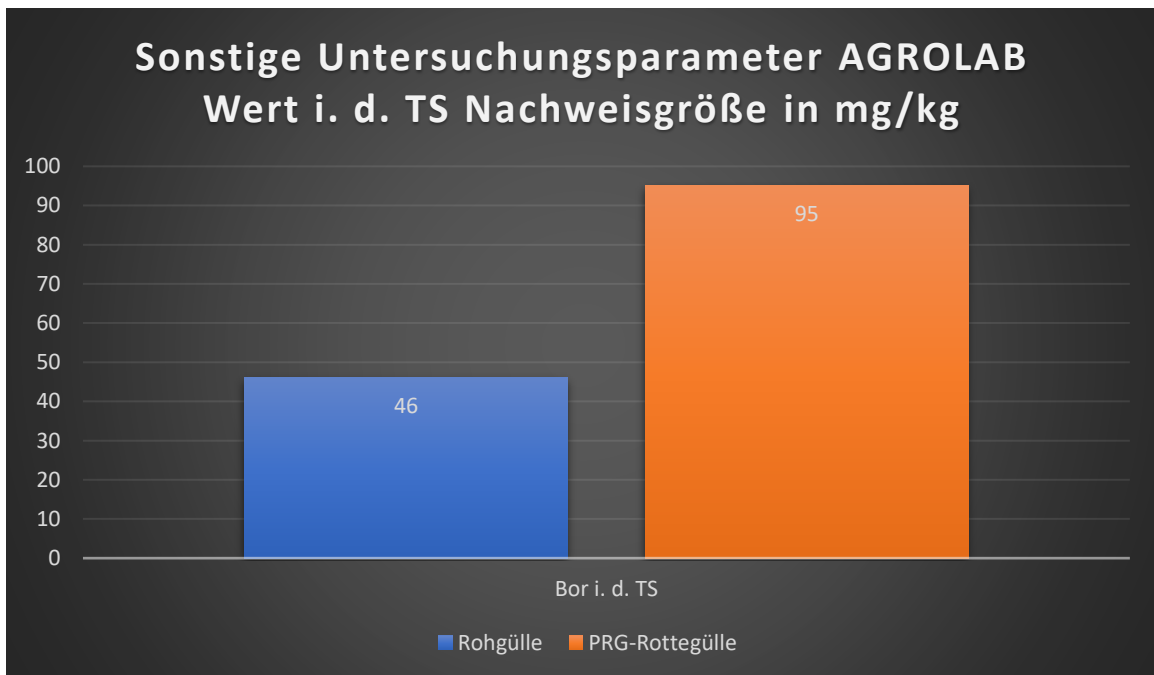


Abbildung 13: Veränderung Bor in mg/kg i. d. TS

21

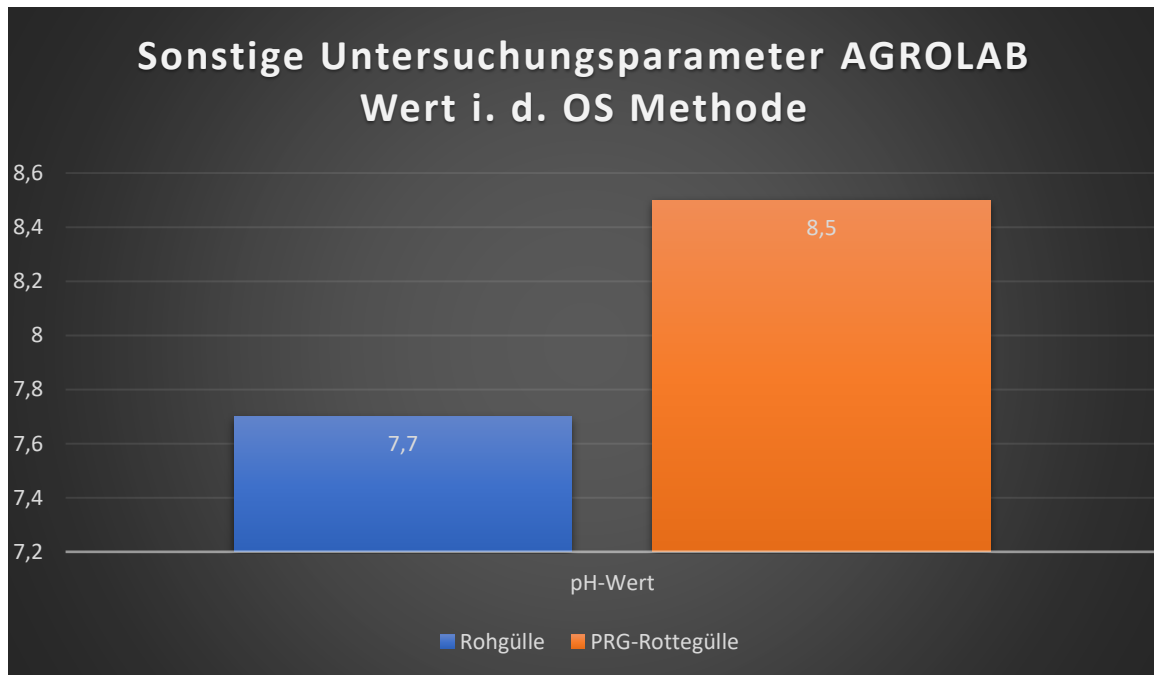


Abbildung 14: Veränderung pH-Wert

## Gülle-Kresstest-Analyse

Für den LWG-Gülle-Kresstest wird ein exakt definierter, neutraler Keimuntergrund aus Sand mit gleichmäßiger Körnung angelegt. Das angewandte Verdünnungsverhältnis der Gülle mit Wasser bezieht sich auf die beginnenden positiven Auswirkungen auf die Pflanzenwurzel. Das Verdünnungsverhältnis ist ebenso auf zwei verschiedenen Verdünnungsverhältnissen festgelegt. So spiegelt der Kresstest das Stadium der gerotteten Gülle für die Anwendung in der **Flüssigen Organischen Präzisionsdüngung** wider. Weist die Kresse eine schlechte Keimung bzw. ein schlechtes Wachstum auf oder ist eine komplette Keimhemmung vorhanden, kann davon ausgegangen werden, dass der Rotteprozess der Rohgülle noch nicht im ausreichenden Maß vorangeschritten ist. Für die pflanzliche Analyse mit der gerotteten Gülle ist der Kresstest ausschlaggebend, ob mit der weiteren Auswertung durch Pflanzschalenversuche begonnen werden kann. Bei dieser gegenüberstellenden Auswertung wurde zur Kontrolle zusätzlich der Kresstest bei Rohgülle zum Vergleich angewandt. Als Vergleichgröße wird stets eine Kontrolle mit Wasser mitgekeimt. Anhand des Gülle-Kresstests können Rückschlüsse auf einen hohen Salzgehalt, beeinträchtigende Schadgase, Fäulnisherde, Schadbakterien und den Rottungsgrad veranschaulicht werden.

Kresse reagiert sensibel auf ein Ungleichgewicht in der Gülle oder allfällig vorhandene Schad- bzw. Giftstoffe. Der Kresstest lässt dadurch erste Rückschlüsse auf die Gesundheit der Gülle zu. Der Kresstest ist ein weitverbreitetes Verfahren der Bioindikation.

Zur Bestimmung des Rottestadiums der Gülle ist dieses Verfahren optimal. In Rohgüllen ist die Keimung schlecht bis nicht vorhanden.

Bei dem folgenden Kresstest ist eine leichte Keimung in der Rohgülle zu sehen, da hier mit Hilfe des Verdauungsförderers Penergetic T 1242C Schweinemast unterstützt wird und dieser den Salzgehalt der Gülle durch eine bessere Verdauung reduziert. Die elektrische Leitfähigkeit von Schweinemastgülle liegt im Durchschnitt zwischen 15 und 20 mS/cm. Bei dieser Gülle-Exaktauswertung lag der Leitfähigkeits-Wert in der Rohgülle bei 12,6 mS/cm und somit im unteren Bereich von Schweinezuchtgüllen (Durchschnitt 12,5-15 mS/cm). So wären hier die Ergebnisse ohne Zufütterung von Penergetic T 1241C Schweinemast noch schlechter, was vorherige Gülle-Analysen bereits bestätigen. Der Leitfähigkeits-Wert in der PRG-Rottegülle ist bei 10,8 mS/cm und bereits im Abbauprozess.

Die Bildabfolgen zeigen die eingesäten Kresstests bei Rohgülle und PRG-Rottegülle mit zusätzlicher Kontrollkeimung in Wasser. So zeigen sich deutliche Unterschiede im Keimverhalten der Kresse. Der fortgeschrittene Rotteprozess bei PRG-Rottegülle lässt bereits eine homogene Keimung zu und deutet auf eine gute Rottung hin. Nach bereits 6 Monaten Rottungsdauer ist diese Gülle für die **Flüssige Organische Präzisionsdüngung** geeignet. Auch Rohgülle weist eine leichte Keimung auf. Diese ist aber durch Schadschubstanzen stark gebremst.

## Gülle-Kressetest



23

Abbildung 15: Kresseinsaat in verdünnter PRG-Rottegülle links und Rohgülle rechts. Kontrollkeimung mit Wasser vorne Mitte

24



Abbildung 16: Betrachtung Kressewachstum: PRG-Rottegülle links, Rohgülle rechts, Kontrollkeimung mit Wasser vorne Mitte



25



Abbildung 17: Kresseinsaat mit Probenbehältern von AGROLAB, von links nach rechts: PRG-Rottegülle, Rohgülle, vorne Mitte Kontrolle

## Optische Betrachtung der PRG-Rottegülle

Neben den Veränderungen der physikalisch-chemischen Parameter, die in Zukunft eine wichtige Rolle in der **Flüssigen Organischen Präzisionsdüngung** spielen werden und den Spielraum für die Ausbringung der Nährstoffmengen sichern, ist die optische Betrachtung der PRG-Rottegülle und damit deren Rottestadium von Bedeutung. Gerottete Gülle verändert, durch den in der Gülle ablaufenden biochemischen Umbauprozess, die Beschaffenheit. Je länger die Rottedauer, desto deutlicher werden die Unterschiede. Der Begriff der „Flüssig-Kaltrotte“ kann als Definition zur Beschreibung des biochemischen Umbauprozesses verwendet werden. Für die **Flüssige Organische Präzisionsdüngung** ist die Fließfähigkeit und die damit verbundene kapillare Verteilung der PRG-Rottegülle im Erdreich ausschlaggebend. So wird von einem konzentrierten organischen Düngerdepot abgesehen und dafür ein durchfeuchteter Depotraum im Bodenkomplex angestrebt. Die physikalischen Eigenschaften der gerotteten Gülle erfüllen diese Anforderungen.

### Betrachtungspunkte der Gülle:

26

1. Farbe
2. Schwimmschicht
3. Sinkschicht
4. Gölleschleime
5. Geruch
6. Rührwiderstand
7. Feststoffabsatz
8. Zersetzungsgrad der Feststoffe
9. Fließfähigkeit
10. Geruchsbindung an der Haut
11. Oberflächenspiegelung
12. Infiltrationsgeschwindigkeit
13. Blasenbildung
14. Geschmack (Achtung Vergiftungsgefahr!!!!)

#### 1. Farbe der Gülle

Die farbliche Veränderung von PRG-Rottegülle, insbesondere bei längerer Rottedauer, ist ein deutliches Merkmal für deren Qualität. Je dunkler die PRG-Rottegülle ist, umso weiter ist der Rotteprozess vorangeschritten. Die ablaufenden biochemischen Umbaumechanismen sind denen der Feststoffkompostierung gleichzusetzen. Die Dunkelfärbung der Gülle entsteht durch Bildung von langkettigen Kohlenstoffverbindungen in der PRG-Rottegülle.

Kohlenstoffhaltige Verbindungen werden im Rotteprozess verdichtet bzw. komprimiert. Eine abgeschlossene Flüssig-Kaltrotte der Gülle kann durch deren Zusammensetzung variieren

und pendelt sich in einer Rottedauer von 8 bis 12 Monaten ein. Dabei gilt, je höher die Trockensubstanz und geringer der Wassergehalt, umso länger die Rottedauer.

## 2. Schwimmschicht

Bei Rohgülle entsteht meist eine Schwimmschicht. Schwimmschichten bestehen aus leicht aufschwimmender Organik bzw. Exkrementen. In diesem Material befindet sich mehr Sauerstoff in den vorhandenen Poren, das zu einem Auftrieb führt. Gleichzeitig hat die Flüssigkeit eine höhere Oberflächenspannung, was das Aufschwimmen begünstigt. PRG-Rottegülle, bei denen die Rotte bereits vorangeschritten ist, weisen keine Schwimmschichten auf. Zu Beginn der Rotte ist auch hier eine Schwimmschicht vorhanden, die aber durch Unterrühren aufgelöst werden kann. Bei PRG-Rottegülle verringert sich die Oberflächenspannung, was ein Untergehen der Schwimmschicht begünstigt. Das rottende Material verliert durch die einsetzende Zersetzung an Oberfläche und dadurch an Auftrieb.

## 3. Sinkschicht

Rohgülle als auch PRG-Rottegülle weisen eine Sinkschicht auf. Während es sich bei Rohgülle-Sinkschichten um unverdaute schwere Materialien handelt, die in Form und Struktur gefestigt sind, handelt es sich bei PRG-Rottegülle-Sinkschichten um umverdaute, verdichtete, biochemisch-komprimierte Ablagerungen. Diese Ablagerungen sind vollgespeichert mit Nährstoffen, welche anhand der technischen Analysen bestätigt werden. PRG-Rottegülle-Sinkschichten sind mit geringer Bewegung homogenisiert. Rohgülle-Sinkschichten neigen in Güllelagerbehältern zur Dichtlagerung.

## 4. Gülleschleime

Unter Gülleschleimen versteht man Verbindungen, die durch Vermischung von Kot und Urin, aber auch im Verdauungstrakt der Tiere entstehen und so ihre klebrige Konsistenz geben. Je mehr Gülleschleime vorhanden sind, umso schlechter ist das Abrinnverhalten an den Pflanzen und die Infiltrationsrate der Gülle in den Boden. Rohgülle besitzen einen hohen Gülleschleimanteil. Bei der Güllerottung werden mit Hilfe der entstehenden aeroben Bakterien und Mikroorganismen die Gülleschleime bis zur Gänze verdaut. Die Gülle verliert ihre klebende Wirkung und kann sich an den Pflanzenblättern nicht mehr gut halten, was das Abrinnen fördert. Die Infiltrationsrate in den Boden ist beschleunigt, was die Verdunstungsverluste an der Oberfläche stark minimieren. Mit Hilfe einer Abrinnprobe kann der Abbauvorgang kontrolliert werden.

## 5. Geruch

Bei PRG-Rottegülle verändert sich der Geruch an der ruhenden Oberfläche aber auch in der Gülle. In erster Linie handelt es sich bei der Geruchentwicklung um entweichende Schwefelwasserstoffe, die durch Faulungsprozesse entstehen. Bei Rohgülle ist eine hohe Ausgasungsrate vorhanden und damit auch eine unangenehme Geruchsentwicklung. Wertvolle Schwefelverbindungen gasen von der Rohgülle in die Atmosphäre aus. Im fortschreitenden Rotteprozess der Gülle werden diese Schwefelwasserstoffe und andere Gase in strukturfeste Schwefelverbindungen umgebaut, was auch aus der Technischen Analyse hervorgeht. Weitere Göllegase werden so umgebaut, verflüssigt und in der Gülle gespeichert. An der Oberfläche der PRG-Rottegülle entsteht eine Art biologischer Deckel, der

durch den biochemischen Prozess eine Ausgasung fast verhindert. Mit länger fortschreitender Rotte verändert sich auch der innere Geruch der Gülle, sodass auch hier der Faulgeruch nach und nach zurückgeht. Durchgerottete Gülle hat in etwa den Geruch von Kompost. Eine gut justierte Flüssig-Kaltrotte ist essenziell für das Endprodukt zur **Flüssigen Organischen Präzisionsdüngung**.

## 6. Rührwiderstand

Die PRG-Rottegülle hat einen geringeren Rührwiderstand. Dies liegt an der Zersetzung der organischen Substanzen und der Verdauung der Gülleschleime. Schwere Teilchen, die zur Dichtlagerung neigen sind im Zersetzungsprozess und verlieren an Gewicht. Feststoffe werden verflüssigt und erhöhen zusätzlich den Wassergehalt in der Gülle. Gase werden verflüssigt und verringern Reibungswiderstände. Es entsteht mehr Auftrieb. Die PRG-Rottegülle benötigt einen Bruchteil der Rührenergie der Rohgülle.

## 7. Feststoffabsatz

Am Feststoffabsatz im Lagerbehälter, aber auch im Ausbringfass, unterscheiden sich Rohgülle und PRG-Rottegülle. Je mehr Feststoff in der Gülle ist, umso problematischer ist die Ausbringung. Dies führt zu einem höheren Widerstand beim Aufrühren und dem Ausbringen auf das Feld. Bei PRG-Rottegülle ist die noch vorhandene Trockensubstanz schnell in Schwebelagerung, was das Problem der Absetzung von schweren Festteilchen löst. Eine verstopfungsfreie Ausbringung mit gleichzeitig geringerem Energieaufwand ist bei der **Flüssigen Organischen Präzisionsdüngung** ein großer Vorteil.

## 8. Zersetzungsgrad der Feststoffe

Rohgülle besitzt einen hohen Anteil an unverdauten Futterrückständen, die durch das vorherrschende Fäulnismilieu konserviert sind. Eine Zersetzung der Feststoffe durch längere Lagerung der Rohgülle ist unmöglich. Abgelagerte Feststoffe der Rohgülle bleiben bei einem Abrinntest stehen. PRG-Rottegülle weist mit zunehmender Rottedauer eine immer feinere Konsistenz der Feststoffe auf. Bei einem Abrinntest zerlaufen die noch vorhandenen Feststofffragmente.

## 9. Fließfähigkeit

PRG-Rottegülle weist eine weit höhere Fließfähigkeit als Rohgülle auf. Durch den Anstieg des Wassergehaltes, die Reduzierung der Trockensubstanz mit gleichzeitigem Gülleschleimabbau bzw. Gülleklebstoffabbau und Änderung der Oberflächenspannung, ist die Fließgeschwindigkeit der PRG-Rottegülle um ein Vielfaches erhöht. Auch hier kann auf die Technische Analyse verwiesen werden. Ein zusätzlicher Abrinntest macht die bessere Fließfähigkeit sichtbar.

## 10. Geruchsbindung an der Haut

Der in der Rohgülle vorhandene Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff, Methan, Ammoniak und verschiedene Faulgasverbindungen, haften sich bei Kontakt mit der Haut an und hinterlassen eine übelriechende Oberfläche, die einige Tage andauert. Bei gut gerotteten

Güllen sind diese Güllegase biochemisch umgebaut. Der Hautkontakt mit PRG-Rottegülle ist problemlos. Eine Geruchsanhaftung ist nicht mehr gegeben.

### 11. Oberflächenspiegelung

Ab einen gewissen Rottestadium beginnt die Oberfläche der Gülle zu spiegeln. Die vorangegangene stärkere Blasenbildung wird mit zunehmender Rotte reduziert und die Spiegelung dadurch verstärkt. Rohgülle weist meist eine Schwimmschicht auf. Wenn keine Schwimmschicht in der Rohgülle vorhanden ist, ist die Oberfläche meist trüb.

### 12. Infiltrationsgeschwindigkeit

Unter Infiltrationsgeschwindigkeit versteht man die Eindringgeschwindigkeit der Gülle in den Boden. PRG-Rottegülle wird vom Boden schneller aufgesaugt als Rohgülle und kann sich so besser mit den Bodenaggregaten verbinden. Eine schnellere Bodenaufnahme bremst die Güllerverdunstung und lässt so durch einen feuchteren Bodenkomplex die Nährstoffe besser fließen. Bei der Ausbringung von PRG-Rottegülle kann zusätzlich mit einer höheren Geschwindigkeit gefahren werden, was die Hektarleistung und Schlagkraft steigert.

### 13. Blasenbildung

Zu Beginn der organischen Rottung setzt beim Rotteprozess eine Bläschenbildung ein. Dies liegt an der Produktion von Sauerstoff durch die einsetzende Mikrobiologie und deren Verdauungsprozessen. Eine stärkere Geruchsentwicklung ist nicht gegeben. Rohgülle gäst stetig ohne bzw. geringster Blasenbildung aus.

### 14. Geschmack

Der Geschmack von durchgerotteter Gülle ähnelt der eines aeroben fertigen Kompostes. Die entstehenden organischen Verbindungen weisen so auch hier strukturfeste Cluster auf wie bei Kompost. Von durchgerotteter Gülle spricht man, wenn der Flüssig-Kaltrotteprozess abgeschlossen ist, die elektrische Leitfähigkeit unter 8 fällt und die Blasenbildung beendet ist. Rohgülle kann keiner Geschmacksanalyse unterzogen werden, da die hohe Toxizität gepaart mit schädlichen Giftgasen mit schweren gesundheitlichen Beeinträchtigungen bis hin zum Tod führen kann!!!!!!!!!!

**Von einer Geschmacksanalyse wird ausdrücklich abgeraten!!!!**

30



Abbildung 28: PRG-Rottegülle Schweinemast, sinkender Conductivitäts-Wert von 10,8 mS/cm



Abbildung 29: Rohgülle Schweinemast gleichbleibender Conductivitäts-Wert 12,6 mS/cm



31

Abbildung 18: Gülle nach der Probenahme; links Schweinemast Rohgülle, rechts Schweinemast PRG-Rottegülle

32



Abbildung 19: Schweinemast PRG-Rottegülle Sinkschicht, Feststoffe in Zersetzungsstadium



33



*Abbildung 20: Schweinemast Rohgülle, Schwimmschicht mit unverdauten Futterrückständen ohne Reaktion*

34



Abbildung 21: Gülleproben für die physikalische Untersuchung von AGROLAB, links PRG-Rottegülle, rechts Rohgülle

35



*Abbildung 22: Schweinemast Rohgülle nach Homogenisierung*

36

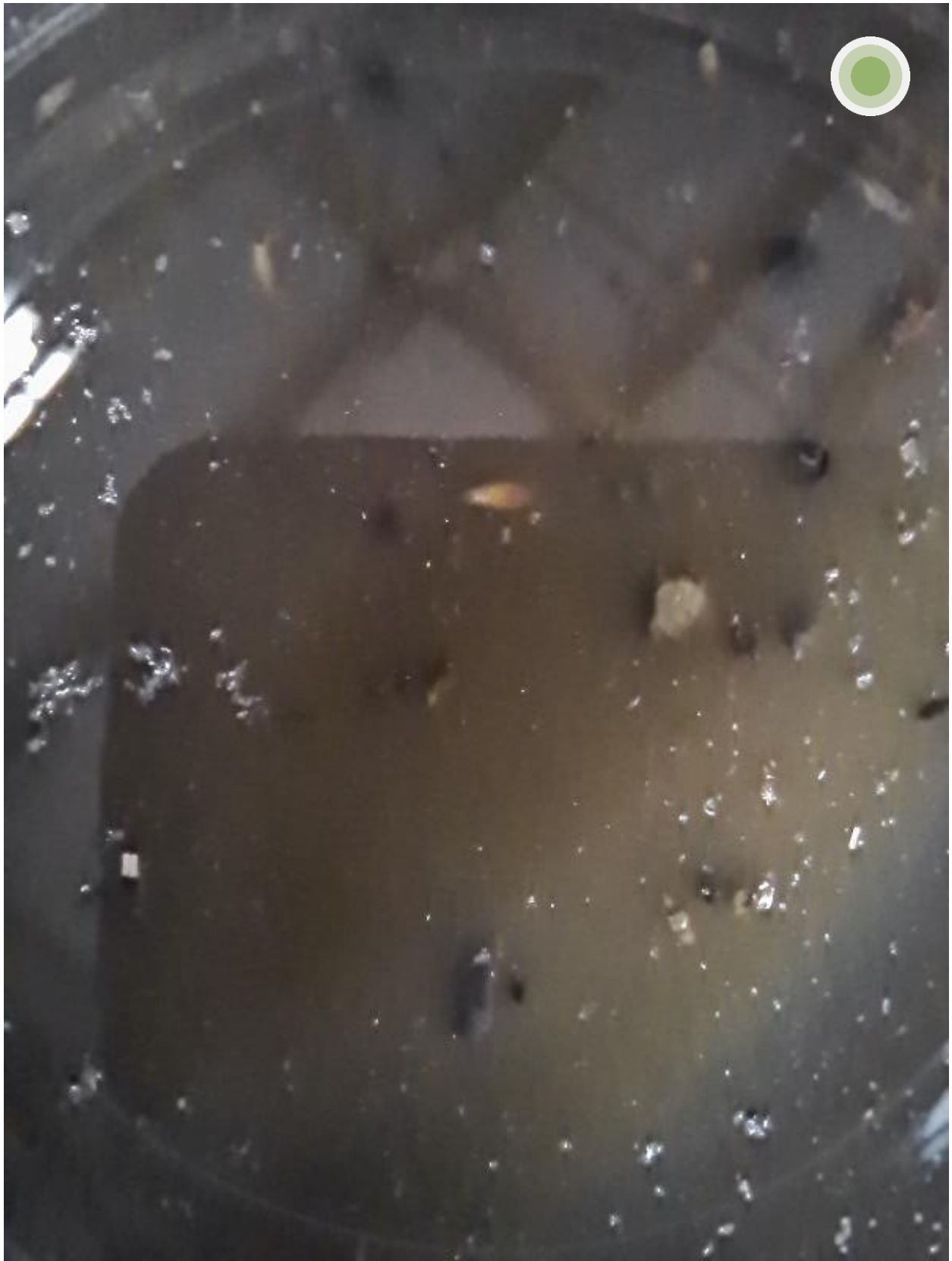


Abbildung 23: Schweinemast PRG-Rottegülle nach Homogenisierung

37



Abbildung 24: Schweinemast Güllen 3 Wochen nach der Probennahme im Ruhezustand, links PRG-Rottegülle, rechts Rohgülle

38



Abbildung 25: Schweinemast PRG-Rottegülle, Blasenbildung durch biochemischen Umbauprozess, keine Schwimmschicht, geruchfrei

39



*Abbildung 26: Schweinemast Rohgülle, schimmelige Schwimmschicht, stechender Geruch*

## LWG-Pflanzschalen-Test

Der Pflanzschalen-Test ist als Kontrollmechanismus zur Überprüfung der Güllen entwickelt worden. Der direkte Kontakt mit Güllen zum Saatgut zeigt das Wachstumsverhalten der Pflanzen und die Verträglichkeit. Bei einer Wachstumszeit von ca. 3-4 Wochen, je nach Kultur, können zur Jugendentwicklung Rückschlüsse gezogen werden auf:

1. Keimung
2. Saatausfall
3. Wachstumsdepressionen
4. Hauptwurzelausbildung
5. Feinwurzelausbildung
6. Blattausbildung
7. Wachstumsvorsprung
8. Pflanzenvitalität
9. Eignung Rohgülle/PRG-Rottegülle

40

Für die **Flüssige Organische Präzisionsdüngung** ist es von Wichtigkeit, wachstumshemmende Parameter in den Güllen umzuwandeln und zu pflanzenverfügbaren Verbindungen zu transformieren. Dies wird in der Technischen Analyse der PRG-Rottegülle sichtbar. Als Vergleich zur Gülle-Pflanzschalen-Einsaat, wird eine Kontroll-Pflanzschale mitgekeimt. Diese zeigt das herkömmliche Wachstum und Potenzial der Pflanze. Bleibt bei der anschließenden Pflanzenauswertung die Pflanzenentwicklung gleich, ist dies ein gutes Ergebnis. Fällt das Entwicklungsstadium der Pflanzen hinter den Ergebnissen der Kontrollschale, nehmen pflanzenhemmenden Stoffe in der Gülle noch überhand. Dies lässt sich mittels einer längeren Rottedauer der Gülle beheben. Ist das Auswertungsergebnis des Pflanzschalen-Testes besser als in der Kontrollvariante, kann die Gülle für die **Flüssige Organische Präzisionsdüngung** bedenkenlos verwendet werden. Sogar der direkte Kontakt der Gülle mit dem Saatkorn ist möglich.

Der Pflanzschalen-Test ist konzipiert für die Praxis. Für gleiche Bedingungen wird hier Ackererde gesiebt und zu gleichen Teilen in Pflanzschalen gefüllt. Für eine exakte Saatgutablage werden Saatrillen in das lockere Erdreich eingedrückt und das Saatgut im gleichen Abstand zueinander eingelegt. Im Anschluss werden die Gülleproben in die Saatrille eingegossen. Das Saatgut hat direkten Kontakt mit dem Saatkorn. Bei der Kontroll-Pflanzschale wird die Saatrille mit Wasser angefeuchtet. Die verwendeten Mengen an Gülle und Wasser sind gleich. Als Deckschicht kommen ca. 2 Zentimeter gesiebte Erde. Zum Schluss wird die Erde leicht rückverdichtet.





*Abbildung 27: Eingesäte Pflanzschalen mit Winterweizen und Winterraps*

42



Abbildung 40: Eingelegte Samen von Wintereraps



Abbildung 41: Eingelegte Samen von Winterweizen

43



Abbildung 28: Winterraps mit Abstand



*Abbildung 29: Winterweizen mit Abstand*

45



Abbildung 30: Schweinemast Rohgülle 60 ml für Pflanzschale 2



46

Abbildung 31: Schweinemast PRG-Rottegülle 60 ml für Pflanzschale 1

47



Abbildung 32: Wasser 60 ml für Pflanzschale 0

48



*Abbildung 33: Betrachtung der aufgebrachten Rohgülle in die Saatrille mit Winterweizen*



49



*Abbildung 34: Betrachtung der aufgebrauchten Rohgülle in die Saatrille mit Winterraps*

50



Abbildung 35: Aufgebrachte PRG-Rottegülle in die Saatrille mit Winterraps

51



*Abbildung 36: Aufgebrachtes Wasser für die Kontrolle in die Saatrille mit Winterraps*

52



*Abbildung 37: Abdecken der Saatrillen mit gesiebter Erde*



*Abbildung 38: Verteilung der gesiebten Erde mit anschließend leichter Rückverfestigung*

## Auswertung der gewachsenen Pflanzen in den Pflanzschalen

Die Kontrolle der Güllequalität durch den Pflanzschalen-Test gibt Aufschluss, welche Möglichkeiten für die **Flüssige Organische Präzisionsdüngung** gegeben sind. Mit diesem Test kann festgestellt werden, ob Kulturpflanzen Beeinträchtigungen mit Kontakt der Gülle aufweisen. So können die oben angeführten Punkte folgendermaßen beschrieben werden:

### 1. Keimung

In allen Pflanzschalen erfolgte eine gleichmäßige Keimung des Winterweizens, wobei bei den Güllepflanzschalen ein geringer Wachstumsrückstand ersichtlich war, der aber am zweiten Tag nach Durchstoßen der Erdoberfläche schnell aufgeholt wurde. Der für die Rohgülle niedrige Leitfähigkeits-Wert von 12,6 mS/cm verhinderte eine schlechtere Keimung.

53

### 2. Saatausfall

Bei allen Pflanzschalen wurde kein Saatausfall verzeichnet. Alle 16 eingesäten Winterweizenkörner keimten an.

### 3. Wachstumsdepressionen

Die Kontroll-Pflanzschale (0) wies in der weiteren Wachstumsphase ein schwächeres Pflanzenwachstum auf, was auf die geringere Nährstoffverfügbarkeit in der Erde zurückzuführen ist. Pflanzschale (1) mit PRG-Rottegülle weist das gleichmäßigste Pflanzenwachstum auf. Der biochemische Umbau der Güllegase zu flüssigen Nährstoffverbindungen fördert eine konstante Pflanzenernährung. Pflanzschale (2) mit Rohgülle hatte ein besseres Wachstum als die Kontroll-Variante (0). Es zeigte sich aber wie vermutet, ein unstrukturierteres Pflanzenwachstum.

### 4. Wachstumsvorsprung

Pflanzschale (1) mit PRG-Rottegülle hatte gegenüber der Rohgüllevariante und Kontroll-Variante einen Wachstumsvorsprung, wobei die Kontroll-Variante im Wachstum stärker zurückblieb.

## 5. Blattausbildung

Die PRG-Rottegülle-Variante hat durch deren konstante Nährstoffverfügung die beste Blattausbildung. Zusätzlich weisen die Winterweizenpflanzen eine sehr hohe Pflanzenspannung auf, was an deren aufstrebenden v-förmigen Wuchsform ersichtlich ist. Bei Rohgülle- und Kontroll-Variante zeigten sich mehrere hängende Blätter.

## 6. Pflanzenvitalität

Der Schaftansatz der Pflanzen bei der PRG-Rottegülle-Variante ist am stärksten ausgeprägt. Zusätzlich zeigt die glänzende dunklere Blattfärbung eine hohe Vitalität an. Trotz gleichmäßigen Aufgangs der Kontroll-Variante lässt die Vitalitätskraft bei der Kontrolle nach.

## 7. Eignung Rohgülle/PRG-Rottegülle

Der Pflanzschalentest in Winterweizen zeigt die Eignung der PRG-Rottegülle für den direkten Kontakt zum Saatkorn. Eine **Flüssige Organische Präzisionsdüngung** kann bedenkenlos angewandt werden. Auch Rohgülle kann (wegen ihres niedrigeren Konduktivitäts-Werts von 12,6mS/cm) bedingt eingesetzt werden, weist aber einzelne Wachstumsblockaden auf, die folgend an der Wurzelbetrachtung ersichtlich werden. Bei anderen Kulturen kann Rohgülle zu stärkeren Wachstumsbeeinträchtigungen führen. PRG-Rottegülle kann auch bei anderen Kulturen bedenkenlos zur **Flüssigen Organischen Präzisionsdüngung** eingesetzt werden.

54

In den Bildabfolgen sind die Unterschiede deutlich zu sehen. Das höhere Potenzial der PRG-Rottegülle wird bei der genaueren Betrachtung der Wurzelauswertung ersichtlich. Bei der Betrachtung des dritten Keimblattes der Winterweizenpflanzen ist das gleichmäßigere Wachstum und der Größenunterschied deutlich erkennbar. Verfügbare Nährstoffe in der PRG-Rottegülle zeigen das höhere Potenzial für eine ausgeglichene Pflanzenernährung. In späterer Wachstumsphase können diese Pflanzen Schadeinflüssen besser standhalten.



55

Abbildung 39: Aufgang der Winterweizen-Saat nach 21 Tagen; Von links nach rechts: Rohgülle (2), PRG-Rottegülle (1), Kontrolle (0)

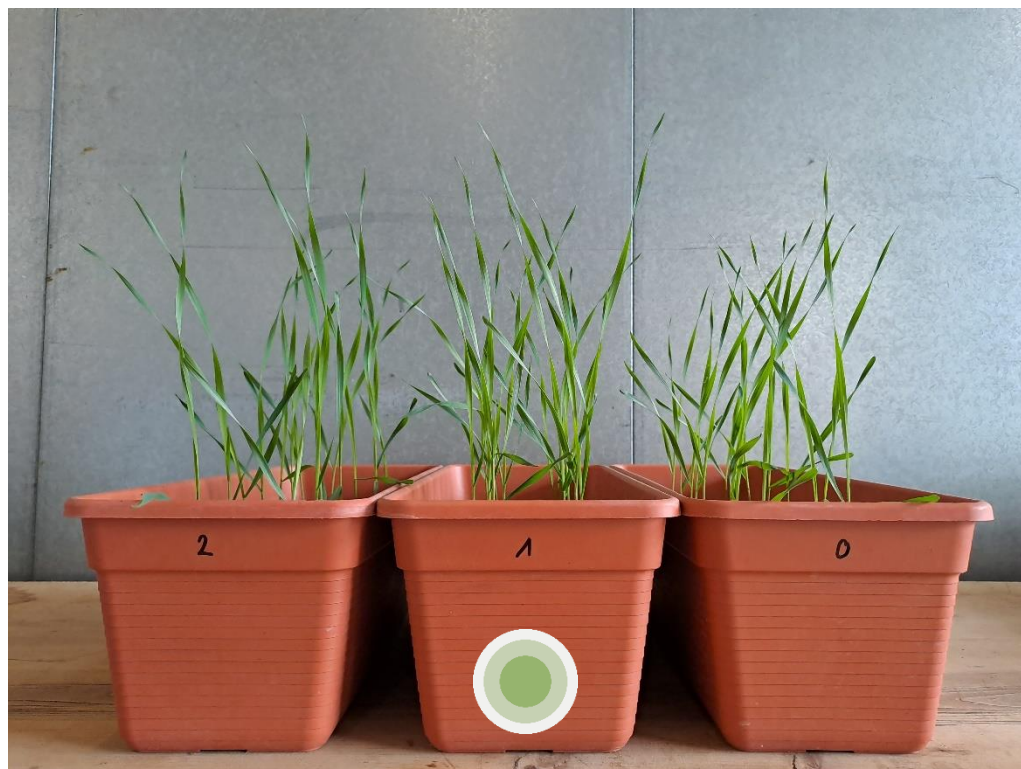


Abbildung 40: Von links nach rechts: Rohgülle (2), PRG-Rottegülle (1), Kontrolle (0)

56



Abbildung 41: Pflanzschale Kontrolle (0)



57



Abbildung 42: Pflanzschale mit PRG-Rottegülle (1)

58



Abbildung 43: Pflanzschale mit Rohgülle (2)

## Wurzelbetrachtung

Die Wurzelbetrachtung der in den Pflanzschalen gewachsenen Pflanzen gibt genauen Einblick, welche positiven oder negativen Einflüsse Gülle auf deren Entwicklung und Ausbildung hat. Im Vergleich zur Kontrollvariante geben die Wurzelentwicklungen Aufschluss ob noch pflanzenwurzelbeeinträchtigende Parameter in der Gülle vorhanden sind. Ist dies nicht mehr der Fall kann PRG-Rottegülle zur **Flüssigen Organischen Präzisionsdüngung** bedenkenlos verwendet werden. Die Kontrollvariante bildet den Ausgangspunkt der Analyse.

Die Wurzelbeschau erfolgt in mehreren Schritten:

1. **Wurzeltraubenbilder**
2. **Wurzel-Schaft-Ansatz**
3. **Einzelpflanzenbetrachtung im Vergleich**
4. **Keimblätter**
5. **Schwimmende Wurzel**
6. **Schwimmende Wurzel im Vergleich**
7. **Feinwurzel Ausbildung**
8. **Hauptwurzel Ausbildung**

59

### Wurzeltraubenbild

Anhand der Wurzeltraubenbilder kann der Gesamteindruck der gewachsenen Pflanzen gewonnen werden. So zeigt sich hier auch gut das Blatt-Wurzelverhältnis zueinander. Kräftige Hauptwurzeln mit einem hohen Feinwurzelanhang werden angestrebt. Der Übergang von der Wurzel zur Blattstruktur kann gut beurteilt werden. Die Längen der Wurzeltrauben können in der Kontrolle variieren. Da die Kontrollvariante keine zusätzlichen organischen Nährstoffe bekommt, können diese Pflanzen ein feineres Wurzelbild mit einer längeren Wurzeltraube aufweisen. Dafür sind die Hauptwurzeln schwächer ausgebildet. Der Grund hierfür ist die „Suche“ nach verfügbaren Mikronährstoffen in der Erde.

Bei dieser Exaktauswertung der Rohgülle und PRG-Rottegülle, desselben Betriebes mit Winterweizen und Winterraps, sind die Unterschiede gut erkennbar. Der Gesamteindruck bei PRG-Rottegülle überzeugt. Die Proportion zur Blattmasse ist optimal, während bei der Kontrollvariante der Blattapparat zur Wurzel Ausbildung bereits zurückbleibt. Rohgülle kann bei Winterweizen dank des niedrigeren Conductivitäts-Wertes ein gutes Resultat geben. Die Wurzeltraube ist bei Rohgülle am kürzesten. Gleichzeitig hat der Blattapparat eine geringere vitale Spannung als die PRG-Rottegülle-Variante.

### Wurzelschaft-Ansatz

Der Wurzelschaft-Ansatz ist die Übergangszone von der im Erdreich befindlichen Wurzel zur oberirdischen Blattmasse. Anhand der Gesamtpflanzenbetrachtung kann hier bei der Ausprägung Rückschluss auf eine gute Nährstoffversorgung gegeben werden. Sind die Wurzelschaft-Ansätze

kräftig und entsprechend dick, kann eine bessere Standfähigkeit für das Getreide entwickelt werden. Die Pflanzschalenvarianten mit Rohgülle und PRG-Rottegülle weisen einen kräftigeren Wurzelschaftansatz auf als die Kontrollvariante, was sich auch im weiteren Wachstum widerspiegeln wird. Bei der PRG-Rottegülle-Variante sind die Pflanzenschäfte am stärksten ausgebildet, was am dritten Keimblatt ersichtlich wird.

### Einzelpflanzen-Wachstum im Vergleich

Anhand der Gegenüberstellung der Einzelpflanzen kann die getestete Gülle direkt auf Wachstumsvorsprung oder Wachstumsbeeinträchtigung betrachtet werden. An der Einzelpflanze sind Blattapparat, Schaftausbildung, Wurzelaggregat und Feinwurzelbehang zueinander deutlicher zu sehen. Die gesamte Wurzellänge ist im Vergleich gut zu erkennen. So wird deutlich, dass bei Rohgülle die kürzeste Wurzelbildung vorhanden ist. PRG-Rottegülle lässt die Getreidepflanze ausgeglichen wachsen, was an Wurzellänge, Blattfarbe und Blattlänge ersichtlich wird.

### Keimblätter

Die Betrachtung der Keimblätter bzw. die Jugendentwicklung der Pflanzen und deren zügiges Wachstum ist für den späteren Ertrag entscheidend. Ist der Pflanzensaftfluss und die Nährstoffzufuhr geringer, so ist auch die Zellentwicklung in der Pflanze langsamer. Je besser die inneren Leitungsbahnen im Jugendstadium der Pflanze ausgebildet werden, umso vitaler und robuster ist deren weiteres Wachstum. Bei PRG-Rottegülle ist das dritte Keimblatt am besten ausgebildet und weist eine sehr homogene Gesamtbetrachtung auf. Rohgülle zeigt eine unterschiedliche Ausbildung des dritten Keimblattes. Im Vergleich zur Kontroll-Variante sind die Unterschiede deutlich erkennbar. Hier war sogar bei zwei Pflanzen das dritte Keimblatt noch nicht vorhanden.

### Schwimmende Wurzel

Am „Schwimmenden Wurzelbild“ kann der Feinwurzelanteil der gewachsenen Pflanzen sichtbar gemacht werden. Verändert sich dieser zu negativ, kann dies für die spätere Vegetation zum Nachteil sein. Pflanzen mit geringem Feinwurzelbehang sind empfindlicher gegenüber Trockenheit, Pflanzenkrankheiten und konstanter Nährstoffaufnahme. Folglich können Ertragsunterschiede auftreten durch eine zu geringe Phosphor- und Kaliumaufnahme. Die „Schwimmende Wurzel“ zeigt die Mächtigkeit der Gesamtwurzel. Der Direktvergleich von der Kontroll-Variante zur Gülle-Variante gibt bei dieser Betrachtungsweise Aufschluss, ob die gerottete Gülle für die **Flüssige Organische Präzisionsdüngung** geeignet ist und bereits wachstumsfördernde Eigenschaften durch deren Nährstoffumbau aufweist. Bei der Güllerbetrachtung fällt auf, dass die Kontroll-Variante mit Winterweizen einen höheren Feinwurzelanteil als die Gülle-Varianten hat, zugleich aber eine geringere Hauptwurzelbildung. Die Suche nach fehlenden Mikronährstoffen ist hierfür ersichtlich. PRG-Rottegülle hat ein ausgeglichenes Haupt-Feinwurzelverhältnis und kann dadurch eine konstantere Pflanzenernährung gewährleisten. Rohgülle lässt eine gute Hauptwurzel ausbilden, beeinträchtigt aber in den meisten Fällen die Feinwurzelbildung, was sich später in der Pflanzengesundheit durch mangelnde Mikronährstoffaufnahme äußern kann. Die Hauptwurzel- und Feinwurzelentwicklung und die Gesamtwurzellänge sind für ein gesundes Pflanzenwachstum entscheidend.



Abbildung 44: Wurzelwaschung der Pflanzen; Von links nach rechts: Rohgülle, PRG-Rottgülle, Kontrolle

62



Abbildung 45: Wurzeltraubenbild Kontrolle

63



Abbildung 46: Wurzeltraubenbild PRG-Rottegülle

64



Abbildung 47: Wurzeltraubenbild Rohgülle Pflanzschale (2)



65



Abbildung 48: Blattausbildung der Kontroll-Pflanzschale (0)

66



Abbildung 49: Blattausbildung der PRG-Rottegülle Pflanzschale (1)

67



Abbildung 50: Blattausbildung der Rohgülle-Pflanzschale (2)

68



Abbildung 51: Einzelpflanzenvergleich; Von links nach rechts: Rohgülle (2), PRG-Rottegülle (1), Kontrolle (0)

69



Abbildung 52: Einzelpflanzenbetrachtung der Pflanzenausbildung Kontrolle (0)

70



Abbildung 53: Einzelpflanzenbetrachtung der Pflanzenausbildung PRG-Rottegülle (1)

71



Abbildung 54: Einzelpflanzenbetrachtung der Pflanzenausbildung Rohgülle(2)

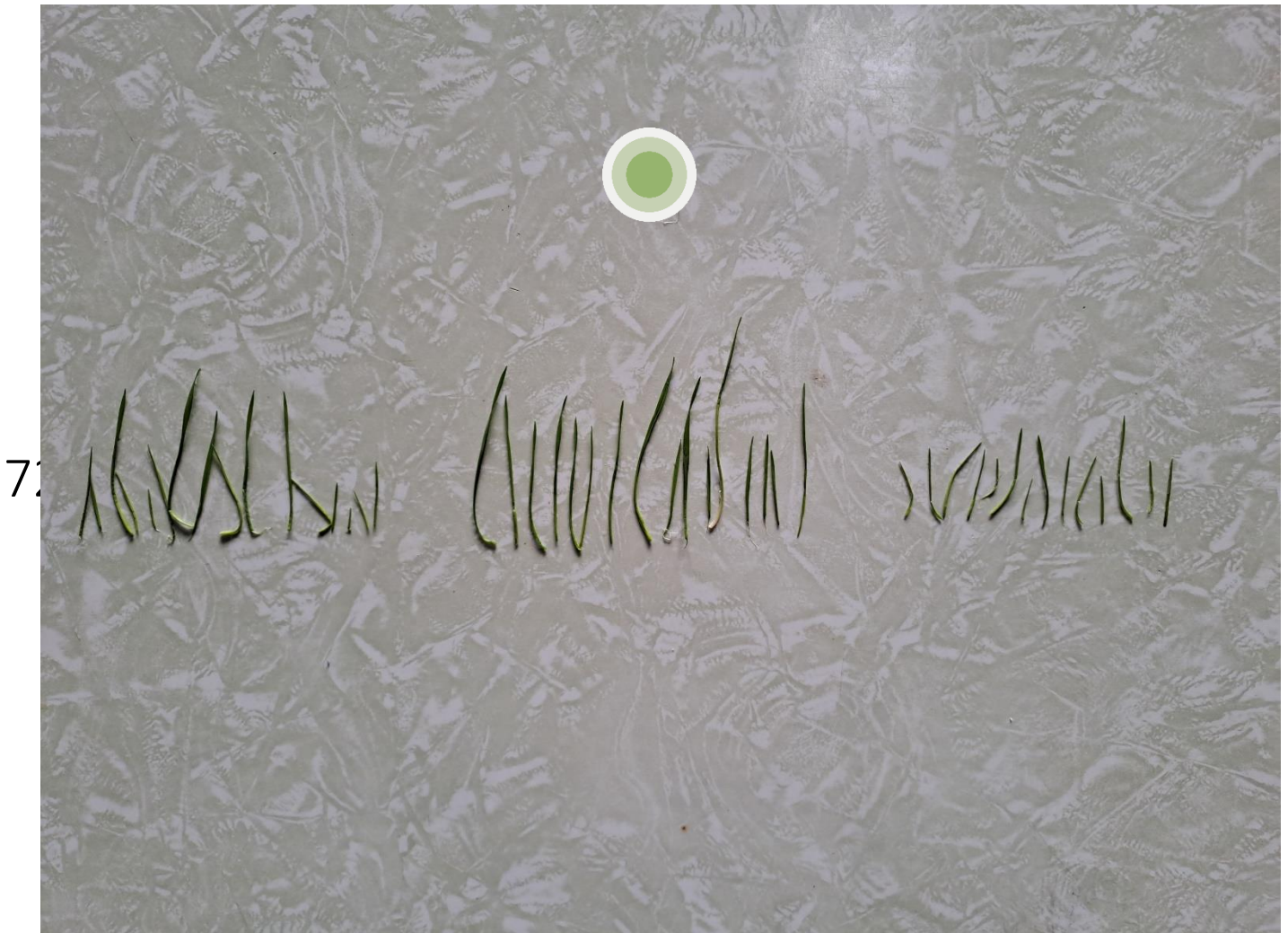


Abbildung 55: Bertachtung Ausbildung des 3. Keimblattes; Von links nach rechts: Rohgülle (2), PRG-Rottegülle (1), Kontrolle (0)



73

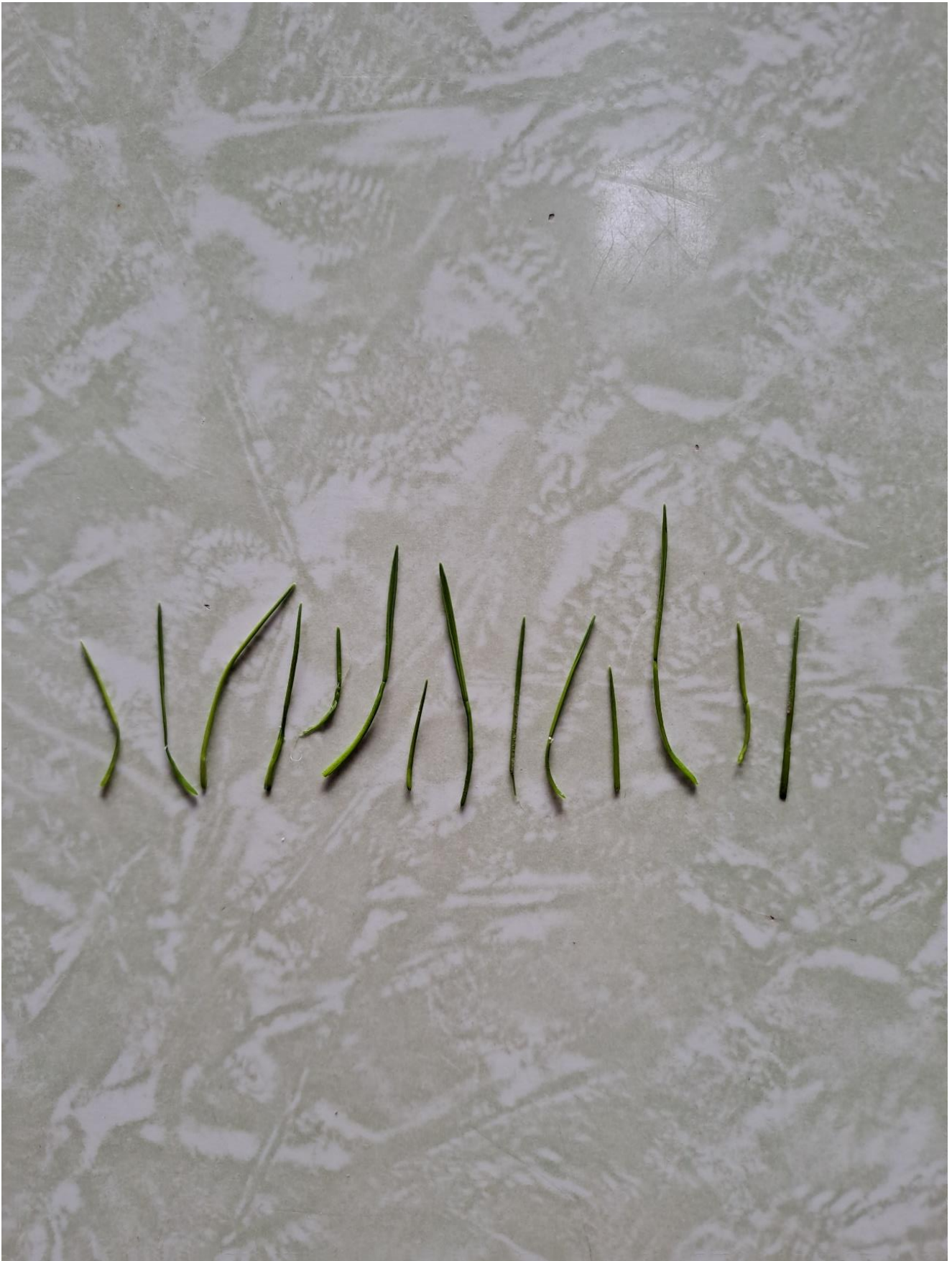


Abbildung 56: 3. Keimblatt Kontrolle (0)

74



Abbildung 57: 3. Keimblatt PRG-Rottegülle (1)

75



Abbildung 58: 3.Keimblatt Rohgülle (2)

## Schwimmende Wurzel



Abbildung 59: Schwimmendes Wurzelbild Kontrolle (0)

77



Abbildung 60: Schwimmendes Wurzelbild Nahaufnahme Kontrolle (0)

78



Abbildung 61: Schwimmendes Wurzelbild PRG-Rottegülle (1)

79



Abbildung 62: Schwimmendes Wurzelbild Nahaufnahme PRG-Rottegülle (1)



80

Abbildung 63: Schwimmendes Wurzelbild Rohgülle (2)



81



Abbildung 64: Schwimmendes Wurzelbild Nahaufnahme Rohgülle (2)

82



Abbildung 65: Schwimmendes Wurzelbild Vergleich; Von links nach rechts: Rohgülle (2), PRG-Rottegülle (1), Kontrolle (0)



Abbildung 66: Schwimmendes Wurzelbild Vergleich, Nahaufnahme; Von links nach rechts: Rohgülle (2), PRG-Rottegülle (1), Kontrolle (0)

## Betrachtung des Pflanzschalen-Tests mit Winterraps

Rohgülle und PRG-Rottegülle wirken unterschiedlich auf Kulturen. Die Verträglichkeit der Güllen schwankt daher sehr stark unter den verschiedenen Pflanzengattungen. Nährstofffluss, Bakterienzusammensetzungen, biologische Giftstoffe, Güllegase und ein verändertes Bodenmikrobiom der mit Gülle beimpften Böden beeinflussen die Keimung und das weitere Wachstum der Pflanzen. PRG-Rottegülle kann durch deren Rottung viele schlechte Einflüsse ausschalten und fördert gleichzeitig die Pflanzenentwicklung. Raps reagiert auf negative Einflüsse durch Rohgülle empfindlicher als Getreide. Winterraps hat eine sehr feine Wurzelbildung in der Keimphase und reagiert dadurch auf äußere Einflüsse empfindlich. Die Wiederholungseinsaat mit Winterraps in den Pflanzschalen zeigt die Unterschiede deutlich auf. Während Rohgülle das Wurzelwachstum bremst und die natürliche Wurzelbildung, verglichen mit der Kontrollvariante bremst, weist PRG-Rottegülle einen harmonischen Wuchs mit stetig fließenden organisch gebundenen Nährstoffen auf. Der Blattapparat der PRG-Rottegülle-Variante ist am größten ausgebildet. Im Vergleich zur Kontroll-Variante ist der oberirdische Teil der Pflanze doppelt so groß. Auch Rohgülle hat einen größeren Blattapparat als die Kontrollvariante. Die Wurzeltraube ist aber mit Abstand am kleinsten, was an den vorhandenen biologischen Giftstoffen und nicht umgebauten Schadgasen liegt. Bei der Rohgülle-Variante stellt sich zugleich eine Pflanzeninhomogenität ein. Das Pflanzenwachstum ist sehr unterschiedlich. Auch Blattnekrosen sind an den Rapspflanzen ersichtlich.

84

Die Gegenüberstellung im Wurzeltrauben-Vergleich verdeutlicht die Verträglichkeit der PRG-Rottegülle. Die Kontroll-Variante weist bereits einen Nährstoffmangel auf. Im Einzelpflanzenvergleich sind die positiven Eigenschaften von PRG-Rottegülle im Vergleich zur Rohgülle und Kontroll-Variante deutlich zu erkennen. Das „Schwimmende Wurzelbild“ verdeutlicht die positive Veränderung der gerotteten Gülle und zeigt auch hier die Eignung zur **Flüssigen Organischen Präzisionsdüngung**. Die technische Analyse der PRG-Rottegülle-Probe und deren biochemischer Gülleumbauprozess zu mehr organischen Kalium, Phosphor, Schwefel und Ammonium, spiegelt sich im Wachstumsverhalten wider. Auch der Mikronährstofffluss ist besser. Bor, Calcium, Kupfer, Natrium, Zink und Magnesium sind nachhaltig zur Verfügung. Das Blattgrün der PRG-Rottegülle-Variante ist vital und glänzend. Die Kontroll-Variante hat ein mattes Blattgrün. Auch bei der Blattausbildung gibt es Unterschiede. Die Kontroll-Variante bildet das zweite Hauptblatt aus, wogegen die Rohgülle-Variante das dritte Hauptblatt schiebt und die PRG-Rottegülle-Variante das vierte Hauptblatt bildet. Das ausgeglichene Nährstoffverhältnis der PRG-Rottegülle begünstigt das Wachstum der Rapspflanzen und deren Symbiosen. Eine störungsfreie Jugendentwicklung der Pflanze ist gegeben. Auch hier ist der direkte Kontakt der Samen mit den Güllen erfolgt.



Abbildung 81: Winterraps-Pflanzschalen: Von links nach rechts: Rohgülle (2), PRG-Rottegülle (1), Kontrolle (0)

85



Abbildung 82: Winterraps-Pflanzschalen: Von links nach rechts: Rohgülle (2), PRG-Rottegülle (1), Kontrolle (0)

86



Abbildung 67: Winterraps-Pflanzschale Kontrolle (0)

87



Abbildung 68: Winterraps-Pflanzschale PRG-Rottegülle (1)

88



Abbildung 69: Winterraps-Pflanzschale Rohgülle (2)



89



Abbildung 70: Winterraps-Pflanzschale Kontrolle (0)



90

Abbildung 71: Winterraps-Pflanzschale PRG-Rottegülle (1)

91



Abbildung 72: Winterraps-Pflanzschale Rohgülle (2)



Abbildung 73: Wurzeltraubenbild: Von links nach rechts: Rohgülle (2), PRG-Rottegülle (1), Kontrolle (0)

93



Abbildung 74: Wurzeltraubenbild Kontrolle (0)

94



Abbildung 75: Wurzeltraubenbild PRG-Rottegülle (1)

95



Abbildung 76: Wurzeltraubenbild Rohgülle (2)

96



Abbildung 77: Blattapparat Kontrolle (0)





97

Abbildung 78: Blattapparat PRG-Rottegülle (1)

98



Abbildung 79: Blattapparat Rohgülle (2)

99



Abbildung 80: Blattapparat Kontrolle (1)

10



Abbildung 81: Blattapparat PRG-Rottegülle (1)

101



Abbildung 82: Blattapparat Rohgülle (2)

102



Abbildung 83: Einzelpflanze Blattapparat Kontrolle (0)

10



Abbildung 84: Einzelpflanze Blattapparat PRE-Rottegülle (1)

104



Abbildung 85: Einzelpflanze Blattapparat Rohgülle (2)



10



Abbildung 86: Einzelpflanzenbetrachtung: Von links nach rechts: Rohgülle (2), PRG-Rottegülle (1), Kontrolle (0)

106



Abbildung 87: Einzelpflanzenbetrachtung Kontrolle (0)

10



Abbildung 88: Einzelpflanzenbetrachtung PRG-Rottegüle (1)

108



Abbildung 89: Einzelpflanzenbetrachtung Rohgülle (2)

109



Abbildung 90: Blattausbildung Kontrolle (0), Zweites Hauptblatt gebildet

110



Abbildung 91: Blattausbildung PRG-Rottegülle (1), viertes Hauptblatt gebildet



111

Abbildung 92: Blattausbildung Rohgülle (2), drittes Hauptblatt gebildet

# Schwimmendes Wurzelbild

## Feinwurzelbetrachtung

11

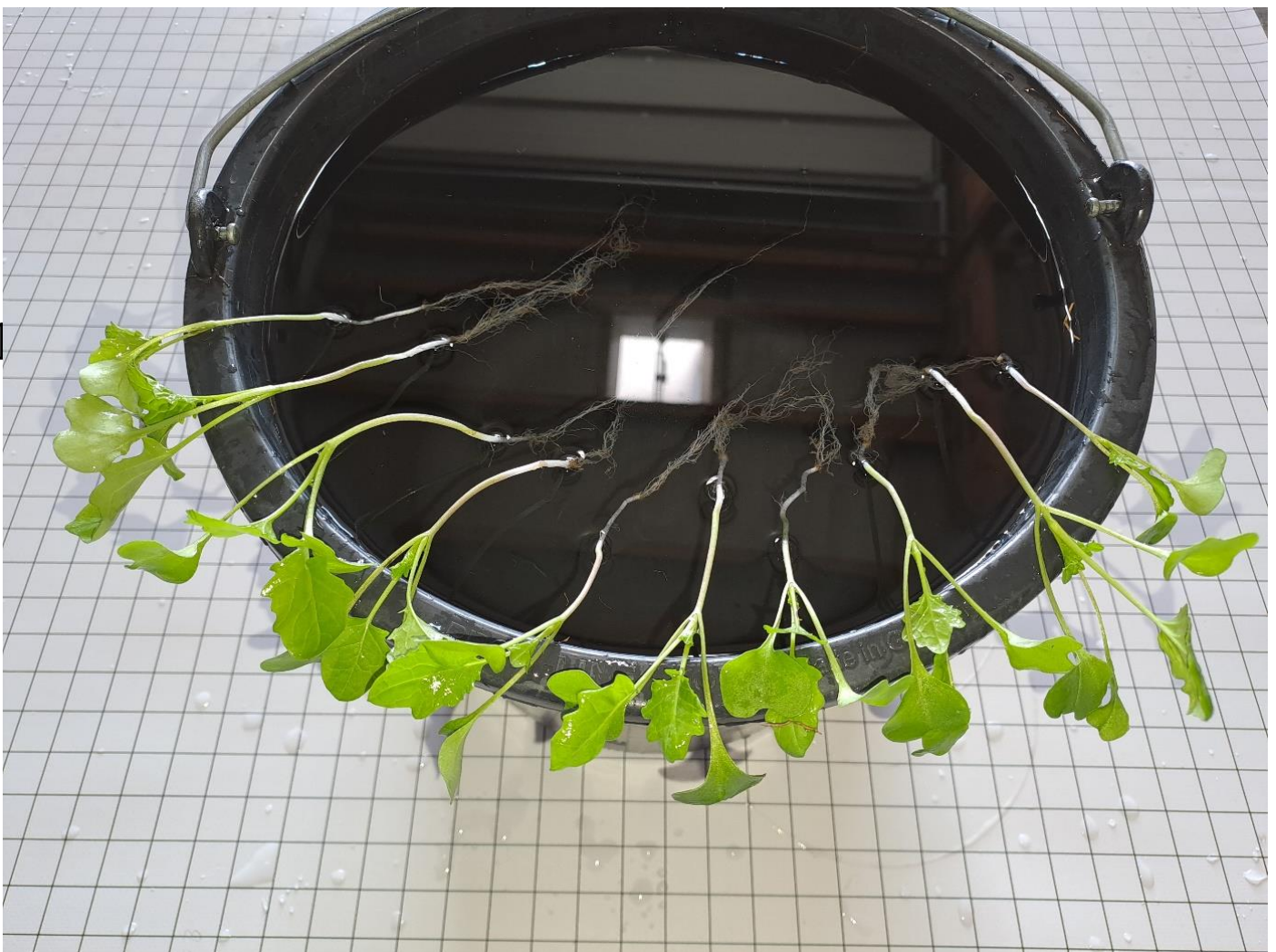


Abbildung 93: Schwimmende Wurzel, Gesamtpflanzenbetrachtung Blattapparat Kontrolle (0)





11

Abbildung 94: Schwimmende Wurzel, Gesamtpflanzeausbildung Wurzelbetrachtung Kontrolle(0)

11



Abbildung 95: Schwimmende Wurzel, Gesamtbetrachtung Feinwurzelbildung Kontrolle (0)



Abbildung 96: Schwimmende Wurzel, Gesamtpflanzenbetrachtung Blattapparat PRG-Rottegülle (1)



Abbildung 97: Schwimmende Wurzel, Gesamtpflanzenausbildung Wurzelbetrachtung PRG-Rottegülle (1)



Abbildung 98: Schwimmende Wurzel, Gesamtbetrachtung Feinwurzel Ausbildung PRG-Rottegulle (1)

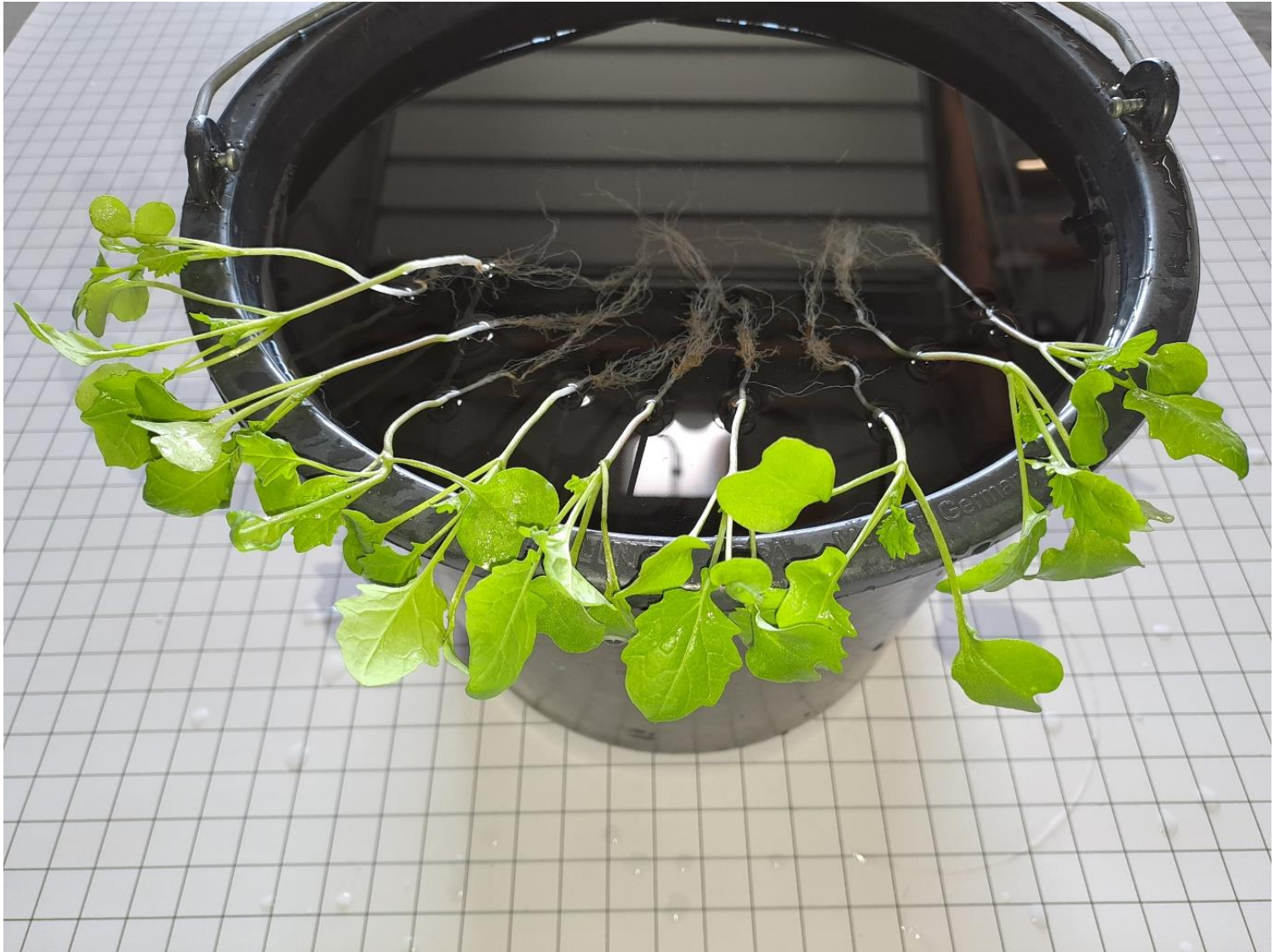


Abbildung 99: Schwimmende Wurzel, Gesamtpflanzenausbildung Blattapparat Rohgülle (2)



Abbildung 100: Schwimmende Wurzel, Gesamtpflanzenausbildung Wurzelbetrachtung Rohgülle (2)



Abbildung 101: Schwimmende Wurzel, Gesamtbetrachtung Feinwurzelausbildung Rohgülle (2)





Abbildung 102: Schwimmende Wurzel, Vergleichsbild: Von links nach rechts: Kontrolle (0), PRG-Rottegülle (1), Rohgülle (2)



Abbildung 103: Schwimmende Wurzel, Vergleichsbild: Von links nach rechts: Rohgülle (2), PRG-Rottegülle (1), Kontrolle (0)



Abbildung 104: Schwimmende Wurzel, Vergleichsbild: Von links nach rechts: Rohgülle (2), PRG-Rottegülle (1), Kontrolle (0)



**LWG**  
**BERNHARD**  
**TAFELMEIER-MARIN**  
NEUE FRIEDHOFSTR. 10  
A-3512 MAUTERN  
MOBIL: +43 (0) 676 / 355 10 63  
BERNHARDTAFELMEIER@GMX.AT

**"BODEN KANN MEHR"**  
NACHHALTIGE BODENGESUNDUNG