

## Wertstoff Gülle – wie Umwelt und Betriebe von der mobilen Gülleaufbereitung profitieren



Gülle ist zunächst ein Abfallprodukt. Im Rahmen eines geschlossenen Nährstoffkreislaufs kann sie aber auch zum wertvollen Rohstoff werden. Allerdings belastet die massenhaft als Düngemittel eingesetzte Gülle in anbauintensiven Regionen zunehmend die Umwelt und das Grundwasser. Daraus resultieren verschärfte regulatorische Vorgaben, die wiederum das wirtschaftliche Lagern, Transportieren und Ausbringen der Gülle erschweren. Damit der Nährstoffkreislauf für Betriebe letztlich nicht zum „Teufelskreislauf“ wird, sind innovative Konzepte für Prozesse und Technologien zur Gülleaufbereitung gefragt. Gülle sollte weiterhin als Wertstoff verstanden und nicht nur als Entsorgungsproblem betrachtet werden. Dafür müssen neue Auf-

bereitungsverfahren gleichermaßen umweltfreundlich und wirtschaftlich sein. Im Optimalfall sollte sich die Gülle direkt vor Ort aufbereiten und regional verwerten lassen.

Dieses Whitepaper setzt sich mit der Frage auseinander, wie die Gülleaufbereitung einfach und effizient erfolgen kann. Im Mittelpunkt steht das mobile Gülleseparationssystem MoRoPlant20. Das Paper richtet sich an kleine und größere Viehzüchter, landwirtschaftliche Konsortien und Ausstatter von landwirtschaftlichen Großbetrieben sowie an Fachmedien und die interessierte Öffentlichkeit.

### 1. Gülle als Herausforderung in der Landwirtschaft

Dass Gülle oft primär als Problemstoff gesehen wird, hängt vor allem mit der Überdüngungspraxis in veredelungsintensiven Regionen zusammen. Die Pflanzen können meist nur einen Teil der zugeführten Nährstoffe aufnehmen, im Fall von Phosphat mitunter weniger als 30 Prozent während der Vegetationsperiode. Auch die Zufuhr von Stickstoff über Gülle und andere Düngemittel übersteigt vielerorts die Aufnahmekapazität. Überschüssige Nährstoffe versickern mit dem Regen und können ins Grundwasser oder in Binnengewässer gelangen. Dort stören sie das ökologische Gleichgewicht und bedrohen im schlimmsten Fall die Gesundheit. Zur Eindämmung der Gefahr hat die EU Grenzwerte festgelegt, beispielsweise 50 Milligramm Nitrat pro Liter im Grundwasser. Messstellen belegen jedoch immer wieder, dass die Grenzwerte überschritten werden.



Eine Antwort in Deutschland war 2017 die Novellierung der Düngeverordnung (DüV), verbunden mit einer Erweiterung von Sperrfristen, in denen Gülle nicht auf Feldern oder Grünland ausgebracht werden darf. Diese Regelung soll in der niederschlagsreichen Zeit die Böden und das Grundwasser entlasten. Viele Landwirte stellen die Fristen jedoch vor Herausforderungen. Sie müssen entweder deutlich größere Lagerkapazitäten schaffen oder ihre Gülle in andere Regionen transportieren. Der Transport muss als Gefahrgut deklariert werden, obwohl es sich überwiegend um Wasser handelt. Dieser „Gülletourismus“ ist mit weiteren Kosten und zusätzlichen Emissionen verbunden. Mit anderen Worten: Weder der Transport noch die Lagerung der Gülle sind für Landwirte langfristig eine sinnvolle Lösung.

Die Situation zeigt, dass im Zusammenhang mit Gülle ein anderes Nährstoffmanagement erforderlich ist. Der zentrale Lösungsansatz liegt in der Aufbereitung von Gülle durch Separation.



## 2. Gülle als Wertstoff definieren – und separieren

Um eine umweltfreundliche und wirtschaftliche Lösung für das „Entsorgungsproblem“ Gülle zu finden, muss zuerst ein Umdenken erfolgen: weg vom Problem-, hin zum Wertstoff. Schließlich eignen sich Elemente wie Phosphor und Stickstoff ideal als Pflanzendünger, wenn sie professionell ausgefiltert und aufbereitet werden. Rinder- und Schweinezüchter haben daher die Chance, mit ihrem vermeintlichen Abfallprodukt zu einem geschlossenen Nährstoffkreislauf beizutragen und einen Mehrwert für ihren Betrieb zu schaffen.

Um Gülle bedarfsgerecht aufzubereiten, kommen verschiedene Separationsverfahren in Frage. Gemeinsam ist den Techniken, dass sie die Gülle tendenziell in Feststoff (Trockensubstanz) und Prozesswasser (Zentrat) trennen. So erhalten Agrarbetriebe einerseits Naturdünger, andererseits Wasser, das sie regional verregnen können. Die folgenden fünf mechanischen Verfahren kommen bei der Separation von Gülle in Betracht:

### 1. Pressschnecke

Verfahren: Die Gülle wird mit einer Schnecke gegen ein umliegendes Sieb gepresst.

Vorteil: mittlerer Energiebedarf

Nachteil: geringere Abscheidegrade als bei der Zentrifugation

### 2. Zentrifuge

Verfahren: Durch eine schnelle Drehbewegung werden die flüssige und feste Phase getrennt.

Vorteil: höhere Abscheidegrade als bei Pressschnecken

Nachteil: etwas höherer Energiebedarf als bei Pressschnecken

### 3. Mehrstufiger Separator

Verfahren: Nacheinander kommen mehrere Zentrifugen zum Einsatz.

Vorteil: besonders hohe Abscheidegrade

Nachteil: hohe Investitions- und Betriebskosten

### 4. Sedimentation

Verfahren: Durch die Lagerung der Gülle setzen sich die Feststoffe allmählich nach unten ab.

Vorteil: kostengünstig

Nachteil: geringere Abscheidegrade, hoher Aufwand bei der Lagerung und Absicherung

### 5. Komplettanlage

Verfahren: Die Gülle wird mit Zusätzen, meist Chemikalien, mehrstufig verarbeitet.

Vorteil: hohe Abscheidegrade

Nachteil: hohe Investitions- und Betriebskosten

Unter den genannten Verfahren haben Pressschnecken und Zentrifugen bislang das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis. In beiden Fällen binden jedoch die verfügbaren Technologien noch nicht genügend Nährstoffe in der Trockensubstanz, sodass die Konzentration in der verbleibenden Gülle, dem Zentrat, weiterhin zu hoch ist. Außerdem rentieren sich stationäre Separationsanlagen für kleinere Betriebe aufgrund der hohen Investitions- und Betriebskosten meist nicht. Aus diesen Gründen haben sich Entwickler im landwirtschaftlichen Maschinenbau auf die Suche nach einer effizienteren, mobil einsetzbaren Trenntechnik begeben. Ein vielversprechendes Ergebnis dieser Bemühungen ist das Separationssystem MoRoPlant20, das im Folgenden näher vorgestellt wird.



Außenansicht bei DLG-Feldversuch

### 3. Funktionsweise der mobilen Gülleseparation mit MoRoPlant20

Das System bietet eine gleichermaßen effiziente und umweltfreundliche Lösung zur mobilen Separation von Gülle. Die Basis dafür ist einerseits ein neuartiges Flockungsmittel, andererseits die bewährte Zentrifugaltechnik von Flottweg. Darauf aufbauend erzielt das System besonders hohe Abscheidegrade bei Phosphor und Stickstoff. Als Containeranlage lässt es sich überbetrieblich einsetzen und ist damit auch für kleinere Betriebe, Maschinenringe und Agrarausstatter optimal geeignet. Außerdem wird die Aufbereitung von Gülleseen möglich, die bereits in einigen Regionen der Welt ein erhebliches Umweltproblem darstellen.

Die Kompaktanlage befindet sich in einem Wechselbrückencontainer und ist in ihrer Größe skalierbar:

Technische Daten Flottweg MoRoPlant\*

Typ	MoRoPlant20	MoRoPlant20+	MoRoPlant40	Individuell
<b>Werkstoffe</b>	Alle produktberührten Teile sind aus korrosionsbeständigen Edelstählen.			
<b>Abmessungen (L x B x H)</b>	6058 x 2438 x 2591 mm	7820 x 2438 x 2591 mm	12192 x 2438 x 2591 mm	individuell
<b>Gesamtgewicht</b>	ca. 9000 kg	ca. 13000 kg	ca. 20000 kg	individuell
<b>Anschlussleistung</b>	63 A	125 A	250 A	individuell
<b>Mobil</b>	ja	ja	ja	nein
<b>Leistungen</b>				
<b>Schweinegülle</b>	bis zu 5 m³/h	bis zu 10 m³/h	bis zu 20 m³/h	bis zu 200 m³/h
<b>Rindergülle</b>	bis zu 2 m³/h	bis zu 5 m³/h	bis zu 10 m³/h	bis zu 100 m³/h
<b>Gärreste/Schlempe</b>	Auf Grund unterschiedlicher Einsatzstoffe ist die Durchsatzleistung im Biogas sehr variabel. Bitte kontaktieren Sie uns für individuelle Informationen.			
<b>Mögliche Betriebszeiten</b>	24 Std./Tag und 7 Tage/Woche			

\* Die genannten Daten verstehen sich als Richtwerte. Die effektiven Durchsatzleistungen hängen von den Eigenschaften des jeweiligen Produkts ab. Technische Änderungen vorbehalten.

#### Vorstufe: Zusatz von Bentonit und Stärke

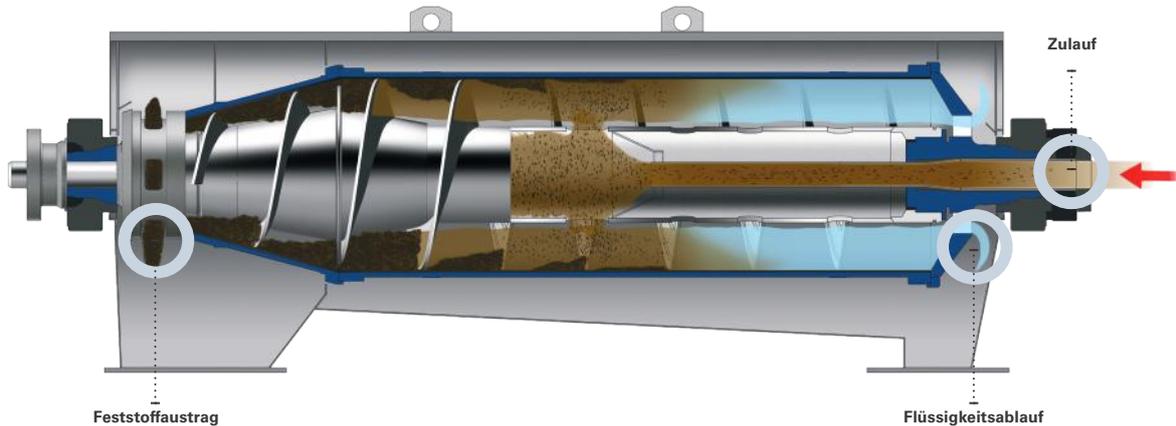
Vor dem Trennprozess wird der Gülle ein spezielles Flockungsmittel aus Bentonit und Stärke zugesetzt. Dabei wirkt das Tonmineralgemisch Bentonit als natürliches Trennmittel. Die Pflanzenstärke verbindet aufgrund ihrer klebstoffähnlichen Eigenschaften die festen Bestandteile der Gülle mit dem Bentonit zu einer wasserunlöslichen Flocke. Das erleichtert die mechanische Trennung und erhöht die Trennschärfe. Das Anrühren und Verwalten der beiden Additive erfolgt vollautomatisch. Über ein Schlauchsystem gelangen die Komponenten in die Gülle, bevor diese in den Dekanter geleitet wird.

#### Zentrifugation: Separation von Feststoff und Prozesswasser

Die Separation findet in einem modularen Hochleistungsdekanter der Z-Serie von Flottweg statt. Die Trommel der Dekanterzentrifuge hat eine zylindrisch-konische Form und rotiert mit einer hohen Drehzahl (ca. 2.500–5.000 U/min). Ihre Geometrie ist präzise auf das Gülle-Additiv-Gemisch abgestimmt. In der Trommel erreicht das Gemisch die volle Umfangsgeschwindigkeit und legt sich als zylindrischer Ring an den Trommelmantel an. Die in der Gülle enthaltenen Feststoffe setzen sich unter dem Einfluss der Zentrifugalkraft an der Trommelinnenwand ab. Eine Schnecke dreht sich mit einer geringen Differenzdrehzahl relativ zur Trommel und befördert die abgesetzten Feststoffe in Richtung des konisch verengten Trommelendes. Die Differenzdrehzahl bestimmt die Aufenthaltszeit der Feststoffe in der Trommel. Diese Aufenthaltszeit ist unter anderem maßgebend für den hohen Trockensubstanzgehalt nach der Separation.

Die abgeschiedenen Feststoffe werden schließlich durch Austrittsöffnungen am konischen Ende der Trommel in das Feststoffgehäuse abgeschleudert und nach unten ausgetragen. Das geklärte Prozesswasser fließt zum zylindrischen Trommelende und läuft dort über Öffnungen in Trommeldeckel ab. Die Flüssigkeit wird im Ablaufgehäuse aufgefangen und drucklos abgeleitet.

Schematische Ansicht der Gülleseparation in der Dekanterzentrifuge von Flottweg:



#### 4. Abscheidegrade im DLG-Test ermittelt

Um die Leistungsfähigkeit des Gülleseparationssystems MoRoPlant20 reproduzierbar zu ermitteln, wurde 2018 im Auftrag der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG e.V.) ein umfangreicher Test mit Rinder- und Schweinegülle durchgeführt. Im Rahmen der Messungen hat die DLG die hohen Trennschärfen mit dem Prüfzeichen „DLG anerkannt“ in Gold bestätigt.



Nachfolgend sind die wichtigsten Fakten zu den Messungen und Ergebnissen zusammengefasst. Der vollständige DLG-Prüfbericht ist kostenfrei verfügbar unter: [www.DLG-Test.de](http://www.DLG-Test.de)

#### Messmethode

Die Messungen fanden auf einem Schweinemastbetrieb in Bayern statt. Es wurden Versuche mit jeweils drei verschiedenen Mastschwein- und Milchviehgüllen aus sechs Betrieben durchgeführt. Dafür wurden je zwei Tankwagen Gülle aus einem Betrieb angeliefert. Aus einem Tankwagen, der mit einem Umpumpsystem zum Homogenisieren der Gülle ausgestattet war, wurde über eine Schneiradpumpe das Separationssystem beschickt. Der Inhalt des zweiten Tankwagens wurde diskontinuierlich mit einer mobilen Pumpstation in den anderen Tankwagen überladen, sodass während des Messzeitraums immer ausreichend homogenisierte Gülle eines Ursprungs zur Verfügung stand. Die Prüfer erfassten dabei alle Stoffströme und zogen stündlich Proben an allen Zulauf- und Austragspunkten.

## Berechnung der Abscheidegrade

Aus den Proben bestimmten Laboranten die Gehalte an Trockensubstanz (TS), Gesamt- und Ammoniumstickstoff, Gesamtphosphor und Gesamtkalium, Kupfer und Zink sowie den pH-Wert und das Kohlenstoff-/Stickstoffverhältnis. Basierend auf diesen Ergebnissen ließen sich schließlich die Abscheidegrade bei Mastschweine- und Milchviehgülle errechnen.

Zur Berechnung der Abscheidegrade wurde diese Formel verwendet:

$$y = \frac{c_{\text{Zulauf}} \cdot m_{\text{Zulauf}} - c_{\text{Zentrat}} \cdot m_{\text{Zentrat}}}{c_{\text{Zulauf}} \cdot m_{\text{Zulauf}}}$$

y = Abscheidegrad in %

c = Konzentration des Inhaltsstoffes in kg/t

m = Masse des Inhalts bzw. Nährstoffes in t

## Ergebnisse

Der Test hat bestätigt, dass MoRoPlant20 bemerkenswerte Abscheidegrade erreicht: Durch die Kombination von Flockungsmittel und Hochleistungsdekanter erzielt das Separationssystem einen Trockensubstanzgehalt von über 80 Prozent. Ein besonderes Leistungsmerkmal sind die hohen Abscheidegrade bei Phosphor: Bis zu 99 Prozent Phosphatanteil werden im Feststoff gebunden. Für Stickstoff liegen die Abscheidegrade bei über 60 Prozent (Milchviehgülle) beziehungsweise über 40 Prozent (Mastschweinegülle). Bei Kalium wurde ein durchschnittlicher Abscheidegrad in der Mastschweinegülle, aber mit über 40 Prozent ein hoher Abscheidegrad in der Milchviehgülle erzielt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse im Überblick:

Prüfmerkmal/Abscheidegrade	Mastschweingülle		Milchviehgülle	
	Prüfergebnis	Bewertung*	Prüfergebnis	Bewertung*
<b>Frischmasse (FM)</b>	13 %	k. B.	29 %	k. B.
<b>Trockensubstanz (TS)</b>	83 %	++	89 %	++
<b>Stickstoff gesamt (Nges)</b>	41 %	++	67 %	++
<b>Phosphor (P2O5)</b>	96 %	++	92 %	++
<b>Kalium (K2O)</b>	23 %	o	43 %	++

\* Bewertungsbereich: ++ / + / | / o / -- (o = Standard, k. B. = keine Bewertung)

Laut DLG kommt für das Zentrat aufgrund des geringen TS-Gehalts von weniger als 2 Prozent unter Umständen eine Ausnahmegenehmigung bei den Sperrfristen in Betracht (gemäß § 6, Abschnitt 10 der Düngeverordnung – abhängig von der zuständigen Landesbehörde).

## 5. Anwendungsmöglichkeiten für Feststoff und Prozesswasser

Aus den Testergebnissen resultieren vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für die separierten Produkte. Durch die folgenden Optionen lässt sich mit den gewonnenen Feststoffen und dem Prozesswasser auf wirtschaftliche Weise ein geschlossener Nährstoffkreislauf herstellen.

### Trockensubstanz zur biologischen Düngung

Die separierten Feststoffe sind geruchsneutral und können sicher gelagert werden. Sie lassen sich pelletieren und als Garten- oder Streudünger an Gartenbaubetriebe und Gartenmärkte verkaufen.

#### Vorteile der gewonnenen Trockensubstanz im Überblick:

- sichere und einfache Lagerung (kein Sicherheitsdatenblatt erforderlich)
- keine Geruchsbelastung
- geeignet zum Verkauf als Garten- oder Streudünger



### Prozesswasser zur Bewässerung

Das Prozesswasser ist im Vergleich zur Gülle weitaus weniger aggressiv oder toxisch. Dadurch sinken bei der Lagerung die Gefahren und entsprechenden Genehmigungsaufgaben, die Geruchsbelastung und Feinstaubemissionen sowie die Betriebskosten erheblich. Die Transportkosten sinken ebenso, da die Klassifizierung als Gefahrgut entfällt. Das Wasser lässt sich über Verregnung ideal für die Bewässerung von Hopfen und Spargel einsetzen. Es eignet sich zudem für die Bewässerung von Leguminosen (Fünf-Felderwirtschaft), womit es zu einer nachhaltigen Bodenverbesserung beiträgt. Gerade in Intensivgebieten, zum Beispiel bei stickstoffbelasteten Böden, kann das neue Verfahren den Nährstoffeintrag deutlich reduzieren. Damit trägt das Separationssystem zur umweltschonenden Haltung von Nutztieren bei und verbessert den Grundwasserschutz.

#### Vorteile des Prozesswassers im Überblick:

- sichere und günstige Lagerung, da weniger aggressiv/toxisch
- drastische Reduzierung der Unfallgefahr beim Lagern (Ersticken, Ertrinken)
- keine Geruchsbelastung oder Feinstaubemissionen
- keine Verunreinigung von Futtermittel (Gras)
- kein Gefahrguttransport, dadurch reduzierte Transportkosten
- einfache Ausbringung über Verregnung
- Einsatz u.a. zur Bewässerung von Hopfen und Spargel sowie von Leguminosen
- einfache Hygienisierung durch Erhitzen möglich (Option)



## 6. Weitere Faktoren zur effizienten Gülleaufbereitung

Wie gezeigt kann sich der Einsatz des mobilen Gülle-separationssystems in mehrfacher Hinsicht ökonomisch und ökologisch bezahlt machen. Zur optimalen Auslegung der Separationstechnik müssen vorab noch spezifische Fragen geklärt werden, darunter: An welchem Standort oder an welchen wechselnden Standorten soll die Gülleseparation stattfinden? Welche Güllemengen und Güllearten gilt es aufzubereiten? Was soll anschließend mit der Trockensubstanz und dem Prozesswasser geschehen? Um diese Fragen hinreichend zu beantworten, ist in jedem Fall eine individuelle Beratung zu empfehlen.

Potenzielle Anwender sollten darüber hinaus die Möglichkeit haben, eine Testanlage zu installieren und vorab Ihre Abscheidegrade zu ermitteln. Des Weiteren sollte eine Analyse betrieblicher Faktoren stattfinden, um zu kalkulieren, ob langfristig eine Miet- oder Kaufanlage die wirtschaftlichste Lösung ist. Außerdem sollten qualifizierte Servicetechniker für die erforderliche Installation und Inbetriebnahme sowie für vorausschauende Wartungen und Reparaturen zur Verfügung stehen. Bei MoRoPlant20 sind all diese Faktoren für einen erfolgreichen Betrieb gegeben.

### Ansprechpartner

Nils Engelke  
PR- & Kommunikationsmanager  
Telefon: +49 (8741) 301 - 1577  
E-Mail: [enge@flottweg.com](mailto:enge@flottweg.com)

Flottweg SE  
Industriestraße 6-8  
84137 Vilsbiburg  
Deutschland

