



# Phasenseparation von Rindergülle

Referenzzentrum zur Phasenseparation von Rindergülle bei Christof Kaut  
(Mertesheide 21, Alster - 4790 Burg Reuland).

## Kurz zusammengefasst:

Das Referenzzentrum zur Phasenseparation von Rindergülle ist mit Unterstützung des Öffentlichen Dienstes der Wallonie betreut worden. Die Ziele dieses Referenzzentrums sind folgende:

- die Feldlagerung der festen Phase ohne negative Auswirkungen auf die Umwelt erlauben,
- den Einsatz der festen Phase als Einstreu in der Milchviehhaltung untersuchen,
- die Landwirte zum Bereich Phasenseparation informieren, Studientage und Betriebsbesichtigungen zu diesem Thema durchführen,
- den Düngewert der festen Phase im Maisanbau ermitteln.

In Zusammenarbeit mit zahlreichen Partnern (CRA-W, Protecteau, UCL, SPW), wurde das Arbeitsprotokoll und die für die Versuchsperiode (2016 – 2016) durchzuführenden Messungen festgelegt:

- Messung der festen Phase im Laufe der Zeit (3 Wiederholungen),
- Erstellung einer Separationsbilanz (4 Wiederholungen),
- Charakterisierung der festen Phase mit unterschiedlichen TM-Gehalten,
- Anlegen eines Haufens fester Phase, der während 6 Wochen beobachtet und beprobt wird (Protokollieren des Kompostierungsvorgangs).

Das Referenzzentrum wurde für die Periode 2016 – 2017 verlängert, was uns ermöglicht das Aktionsfeld für unsere Arbeiten zu erweitern:

- die feste Phase als Einstreu bewerten,
- Verwertung der festen Phase im Maisanbau,
- Messung der Verflüchtigungsverluste des Ammoniaks nach Ausbringung der festen Phase, der flüssigen Phase und der Rohgülle,
- Protokollieren des Kompostierungsvorgangs von 2 Haufen fester Phase mit unterschiedlichem TM-Gehalt.
- Den finanziellen Wert der festen Phase und der flüssigen Phase beziffern.

Die Technik der Phasenseparation ermöglicht es flüssige organische Dünger (Gülle, Gärrest) in eine feste und eine flüssige Phase zu trennen. Die Eigenschaften dieser Phasen hängen von der eingesetzten Separationstechnik (Separation durch Schwerkraft, mechanische Separation durch Pressschnecke, Separation mittels Zentrifuge / Dekanter) und von dem ursprünglichen organischen Stoff (Trockenmassegehalt, Faserrückstände,...) ab. Im Rahmen dieses Referenzzentrums haben wir mit einem Pressschneckenseparator gearbeitet.

Die feste Phase kann vielseitig innerhalb eines landwirtschaftlichen Betriebes verwertet werden: Verwertung als Einstreu in den Liegeboxen der Tiere, Düngung der Kulturen und des Grünlandes, Export der Nährstoffe.

Die flüssige Phase ihrerseits findet eine gute Verwertung in der Ausbringung im Grünland. Aufgrund eines geringeren Trockenmassegehaltes im Vergleich zur Rohgülle, klebt die flüssige Phase weniger auf der Vegetation und dringt schneller in den Boden ein. Dies führt zu geringeren Verflüchtungsverlusten des Ammoniaks. Wenn die flüssige Phase wieder in die Gülle zurückgelangt, wird die Gülle flüssiger und besser auszubringen.

Die Phasenseparation ermöglicht es bis zu maximal 20 % Stickstoff und 20 % Phosphor aus der Gülle abzuscheiden und in die feste Phase zu konzentrieren. Die Separation einer festen Phase mit geringem Trockenmassegehalt (von etwa 17 %) führt zu einer Abschiebung von 15 % der Güllemasse in die feste Phase und somit zu einer geringen Reduzierung des Lagervolumens flüssiger organischer Stoffe (Gülle). Bei Separation einer trockeneren festen Phase (Trockenmassegehalt um 30 %), finden sich lediglich 12 % der Güllemasse in der festen Phase wieder.

Die feste Phase ist sehr voluminös mit einem Volumen von etwa 3 - 4 Litern pro kg Substrat, je nach dessen Trockenmassegehalt.

Die zurzeit geltende Gesetzgebung in der Wallonischen Region (PGDA 3) erlaubt die Feldlagerung der festen Phase erst nach einer 3 monatigen Lagerung auf Betonfläche und einem minimalen Trockenmassegehalt der festen Phase von 25 %.

Im Haufen gelagerte feste Phase kompostiert von ganz alleine ohne Entstehung von Sickersäften. Die feste Phase erhitzt sofort nach der Separation. Je trockener das Substrat, desto höher steigen die Temperaturen (bis zu 70 °C) im Inneren des Haufens.

Bei Ausbringung der festen Phase sind Ammoniakverluste zu erwarten, wenn die Wetterbedingungen ungünstig (hohe Temperaturen, Sonne, Wind) sind. Diese Verluste treten dann auf, wenn noch Ammoniak in der festen Phase enthalten ist was, zumal bei frisch separierter und feuchter fester Phase der Fall ist. Der Ammoniakgehalt der festen Phase sinkt schnell ab nach Separation.

## Material und Methoden:

Der auf dem Betrieb verwendete Separator funktioniert mit Pressschnecke und kommt von der Firma HVD technologies (Harry Van Dael [info@hvdtechnologies.be](mailto:info@hvdtechnologies.be)). Der Separator arbeitet ausschließlich mit der Gülle von Milchkühen der Rasse Holstein. Die Zusammensetzung der Gülle während der Messperiode blieb stets konstant, mit Ausnahme eines leicht schwankenden Trockenmassegehaltes, der in der Regel relativ hoch bei durchschnittlich 9,5 % TM liegt. Zum optimalen Funktionieren des Separators ist eine Versorgung mit homogener Gülle notwendig. Auf dem Betrieb wird die zu separierende Gülle in einer kleineren Vorgrube gesammelt und vor jedem Separationsdurchgang gemixt.



*Photo 1 et 2 : Phasenseparator des Betriebes Kaut*

## Ergebnisse und Diskussion

### Die Verwertung der festen Phase

Die feste Phase wird als Einstreu in den Liegeboxen der Milchkühe verwertet. Für diese Art der Verwertung als Einstreu, muss die feste Phase so trocken wie möglich sein mit TM-Gehalten von 30 bis 35 %. Sobald die separierte feste Phase anfällt, fängt sie sofort an sich zu erhitzen. Aus hygienischen Gründen muss verhindert werden, dass die feste Phase der Liegeboxen sich erwärmt und pathogenen Keimen somit gute Wachstumsbedingungen liefert und zur Gefährdung der Eutergesundheit beiträgt.

Die feste Phase muss innerhalb kürzester Zeit nach Separation in die Liegeboxen gestreut werden. Der Separator läuft während der Nacht (günstigerer Stromtarif) und die feste Phase wird morgens in die Liegeboxen gestreut. Alle 2 bis 3 Tage streuen die Betriebsleiter jeweils eine dünne Schicht von maximal 5 cm in die Boxen, damit das Substrat sich nicht zu stark erwärmt. Es bedarf einiger Zeit, bis eine komfortable und stabile Schicht von 15 bis 20 cm in den Liegeboxen erreicht ist. Laut Erfahrungsbericht der Betriebsleiter bietet eine vorher angelegte Kalk – Stroh Streuschicht die Möglichkeit den Tierkomfort zu optimieren. Pro Anwendung wird eine Menge von etwa 60 l fester Phase pro Liegebox benötigt. Für 200

Liegeboxen wird eine Güllemenge von 80 Milchkühen verwendet. Die Kühe sind sehr sauber und liegen bequem in den Boxen. Diese Sauberkeit zieht eine Verringerung der aufgewendeten Zeit zum Reinigen des Euters beim Melken nach sich.



*Photo 3 und 4 die feste Phase als Einstreu in den Liegeboxen*

Die feste Phase als Einstreu der Liegeboxen überzeugt durch gute Hygienresultate der erzeugten Milch. Der durchschnittliche Zellgehalt des Jahres 2016 liegt bei 198 000. Die Keime sind zu keinem Moment unserer Messungen über 4000 gestiegen. Im Jahr 2017 wurden die Zellgehalte verringert und blieben konstant zwischen 160 000 und 180 000 mit einem Höchstwert von 220 000.

Bei warm-feuchten Witterungsverhältnissen trocknet die feste Phase in den Liegeboxen nicht auf. Zu diesem Zeitpunkt empfiehlt sich der Einsatz eines Kalkes auf der Liegefläche, mit dem Ziel die Entwicklung pathogener Keime zu unterbinden.

Temperatur °C	<b>Vor</b> Einstreu der festen Phase	<b>12h</b> ab Einstreu fester Phase	<b>24h</b> ab Einstreu fester Phase	<b>48h</b> ab Einstreu fester Phase
Liegebox 1	12,5	28	18	11
Liegebox 2	16	30	22,5	18,5
Liegebox 3	14,5	25,5	25	14
Liegebox 4	14	13	17	11

*Tabelle 1: Entwicklung der Temperatur in den Liegeboxen*

Innerhalb der ersten Stunden nach Einstreu der festen Phase beobachtet man einen Temperaturanstieg in den Liegeboxen, welcher nach 48 Stunden komplett abklingt. Die Temperaturen übersteigen nicht 30 °C. Die Resultate mit Blick auf die Eutergesundheit, ebenso wie der festgestellte Tierkomfort sprechen vorteilhaft für die Verwertung der festen Phase als Einstreu.

Bevor dieser Schritt allerdings unternommen wird empfehlen wir eine Absprache mit der Molkerei durchzuführen, um deren Einstellung zum Einstreu mit fester Güllephase zu erfahren.

### Entwicklung der festen Phase

Im Haufen gelagerte feste Phase (in diesem Fall regengeschützt) trocknet sehr schnell nach der Separation. In Folge dieses Feuchtigkeitsverlustes und der aeroben Aktivitäten (Kohlenstoffabbau) konzentrieren sich die Nährstoffe in der festen Phase und steigen im Frischmasseanteil an.

	Rohgülle	flüssige Phase	frische feste Phase	feste Phase 24 h	feste Phase 7 Tage
<b>pH</b>	6,8	7,1	7,3	7,9	7,7
<b>% TM</b>	10,3	7,2	32,0	32,5	40,7
	kg / T Frischprodukt				
<b>N tot</b>	4,69	4,47	5,42	6,21	6,33
<b>N-NH<sub>4</sub></b>	1,48	1,58	1,08	0,51	0,31
<b>%N-NH<sub>4</sub></b>	31 %	35 %	20 %	8 %	5 %
<b>K<sub>2</sub>O</b>	5,08	4,42	4,38	4,64	5,90
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	1,58	1,46	1,84	2,11	2,72
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,82	0,74	0,68	0,73	0,98
<b>MgO</b>	1,51	1,36	2,07	2,19	3,01
<b>CaO</b>	2,73	2,47	4,37	4,48	6,17

Tabelle 2: Entwicklung einer trockenen festen Phase und Nährstoffgehalte der Gülle und der flüssigen Phase

Die Nährstoffgehalte der festen Phase variieren je nach Zusammensetzung der Rohgülle, Abscheidegrad des Separators, etc. Je trockener die feste Phase (Tabelle 2), desto höher dessen Konzentration an Nährstoffen.

	Rohgülle	flüssige Phase	frische feste Phase	feste Phase 24 h	feste Phase 7 Tage
<b>pH</b>	7,1	7,5	7,6	7,9	8,1
<b>% TM</b>	9,5	6,9	24,3	25,9	29,3
	kg / T Frischprodukt				
<b>N tot</b>	5,0	4,6	5,6	5,7	7,5
<b>N-NH<sub>4</sub></b>	1,8	1,9	1,4	1,0	0,1
<b>%N-NH<sub>4</sub></b>	35%	41%	24%	17%	2%
<b>K<sub>2</sub>O</b>	5,1	4,8	4,7	4,7	6,0
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	1,9	1,7	1,8	1,9	2,6
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	1,1	1,0	0,9	1,0	1,2
<b>MgO</b>	1,6	1,4	2,0	2,1	2,7
<b>CaO</b>	2,9	2,5	4,0	4,4	5,5

Tabelle 3: Entwicklung einer feuchten festen Phase und Nährstoffgehalte der Gülle und der flüssigen Phase

Der Ammoniakanteil (N-NH<sub>4</sub>) zum Gesamtstickstoff einer frisch separierten festen Phase liegt bei etwa 20 %. Je feuchter die feste Phase ist, desto höher ihr Ammoniakgehalt.

Diese Beobachtung gilt nur für frisch separierte Phase. Im Laufe der Zeit sinkt der Ammoniakgehalt der festen Phase, unabhängig von dessen TM-Gehalt. Bereits 24 h nach der Separation ist der Ammoniakgehalt soweit abgesunken, dass die feste Phase als langsam wirkendes organisches Düngemittel einzustufen ist.

## Separationsbilanz

Der hydraulische Widerstand des Separators kann so eingestellt werden, dass die zu separierende feste Phase einen gewünschten TM-Gehalt erreicht. Mit dem getesteten Pressschneckenseparator kann dieser zwischen 20 % und 35 % liegen. Je höher der TM-Gehalt der separierten Phase, desto zeitaufwendiger und stromzehrender geht der Separationsvorgang vonstatten. Für die Separation von 1000 Litern Gülle werden etwa 10 Minuten benötigt.

Je nach Verwendungszweck der festen Phase empfiehlt sich die Einstellung des Trockenmassegehaltes. Bei einer Verwertung als Einstreu, sollte die feste Phase möglichst trocken sein. Liegt die Priorität der Separation im Export der festen Phase, wird eine feuchtere Phase gewünscht, die parallel mit höheren Abscheidegraden (siehe Graphik 2) einhergeht.

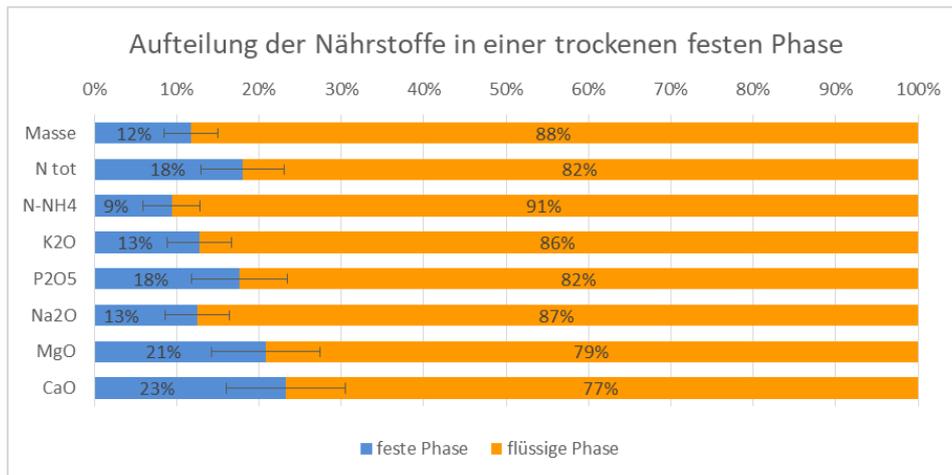
Die feste Phase ist sehr voluminös und leicht. Bei der Separation fallen zwischen 110 und 150 kg feste Phase pro T Gülle an. Diese Mengen entsprechen einem Volumen von etwa 500 Litern. Die Dichte frisch separierter fester Phase schwankt zwischen 230 und 300 kg/m<sup>3</sup>, je nach Trockenmassegehalt. Durch Separation fallen etwa 820 – 900 Liter flüssige Phase an pro Tonne Gülle.

Die Aufteilung der Nährstoffe in die verschiedenen Phasen wird in erster Linie durch den Trockenmassegehalt der festen Phase beeinflusst.

	Durchsch.	Minimum	Maximum	Durchsch.	Minimum	Maximum
	<b>Trockene feste Phase</b> <i>(34,4 % TM – Durchsch. 6 Wiederholungen)</i>			<b>Feuchte feste Phase</b> <i>(28,4 % TM – Durchsch. 2 Wiederholungen)</i>		
Masse	12%	8%	18%	15%	13%	16%
% TM	46%	30%	54%	17%	15%	18%
N <sub>tot</sub>	18%	11%	23%	11%	13%	10%
N-NH <sub>4</sub>	9%	6%	15%	10%	11%	8,5%
K <sub>2</sub> O	13%	8%	16%	14%	16%	12%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	18%	11%	24%	15%	15%	15%
Na <sub>2</sub> O	13%	8%	16%	14%	15%	13%
MgO	21%	11%	27%	18%	19%	18%
CaO	23%	12%	31%	21%	21%	21%

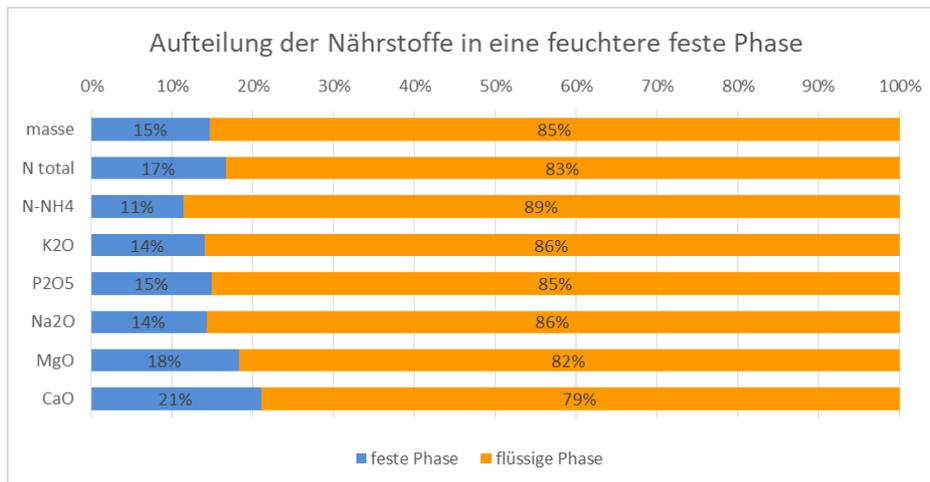
Tabelle 4: Aufteilung der Nährstoffe in die unterschiedlichen Phasen

Mit dem verwendeten Pressschneckenseparator ist es nicht möglich das Lagervolumen für flüssige Hofdünger um 20 % zu verringern. Durchschnittlich liegt diese Reduzierung bei 12 bzw. 15 % (je nach TM-Gehalt der festen Phase).



Graphik 1: Aufteilung der Nährstoffe durch Separierung mit Pressschneckenseparator (trockene feste Phase - durchschnittlich 34,4 % TM)

Durch seine Wasserlöslichkeit konzentriert sich der Ammoniakstickstoff vorwiegend in der flüssigen Phase der Gülle, im Gegensatz zum organischen Stickstoff der mehr in der festen Phase zu finden ist. Nahezu 18 % des ursprünglichen Güllestickstoffs mit Minimalwerten von 11 % und Höchstwerten von 23 % (Tabelle 9) kann in die feste Phase abgeschieden werden. Mit Ausnahme von Kalium und Natrium konzentrieren sich die Nährstoffe eher in der festen Phase. Der Phosphor verhält sich ähnlich wie Stickstoff, mit durchschnittlichen Abscheidegraden von 18 % (zwischen 11 und 24 %) in die feste Phase.



Graphik 2: Aufteilung der Nährstoffe durch Separierung mit Pressschneckenseparator (feuchtere feste Phase - durchschnittlich 28,4 % TM)

Der Ertrag der Separation, sprich die Abscheidung der Güllemasse in eine feste Phase wird erhöht durch Verringerung des Trockenmassegehaltes der festen Phase. Bei zunehmendem Feuchtigkeitsgrad der festen Phase wird weniger (organischer) Stickstoff und Phosphor in der festen Phase konzentriert.

Die Separation mittels Pressschneckenseparator ermöglicht eine Verringerung des Güllelagervolumens von höchstens 15 %. Parallel hierzu fällt aber eine große Menge feste Phase an, die manipuliert und gelagert werden muss. Laut aktueller Gesetzgebung (PGDA 3) der Wallonischen Region muss diese zuerst während 3 Monaten auf dichter Betonfläche gelagert werden, bevor sie für die Feldlagerung in Frage kommt, wenn sie mindestens 25 % Trockenmasse aufweist.

### Die Lagerung und Kompostierung der festen Phase auf dem Feld

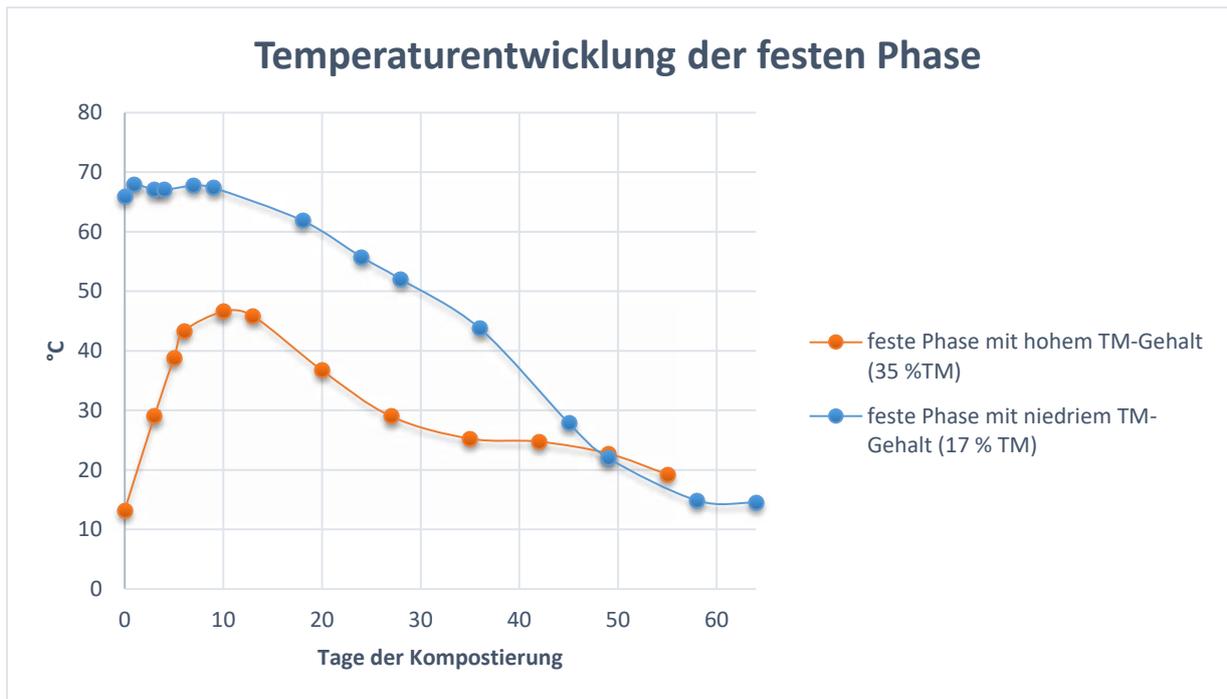
Um möglichst viele Informationen zur Feldlagerung der festen Phase zu sammeln, wurden diese in Haufen auf dem Feld kompostieren lassen. Insgesamt wurden zwei Haufen angelegt mit unterschiedlichen Trockenmassegehalten: ein Haufen mit trockenerer festen Phase (35 % TM) und einer mit feuchterer Phase (17 % TM) zu Beginn der Kompostierung.

Im Haufen gelagerte feste Phase erwärmt sofort nach der Separation und kompostiert ohne weitere Interventionen, eine Umsetzung des Haufens ist nicht erforderlich. Durch seine voluminöse Struktur und geringe Dichte bleibt das Substrat stets in aeroben Bedingungen. Selbst bei starken Regenfällen wurden in keinem der beiden Haufen Sickersaftverluste beobachtet.



*Photo 5 und 6: auf dem Feld gelagerte feste Phase – links trockene Phase (35 % TM) und rechts feuchte Phase (17 % TM)*

In Folge des Kompostierens der festen Phase wird durch die mikrobielle Aktivität Kohlenstoff der festen Phase abgebaut und Wasser verdunstet. Hierdurch verringert sich das Volumen des Haufens um 25 bis 30 % und dessen Masse um 20 bis 30 % innerhalb von 8 Wochen. Je nach Trockenmassegehalt der festen Phase geht der Kompostiervorgang unterschiedlich vonstatten.



Graphik 3: Temperatur während der Kompostierung der festen Phasen

Während der ersten 10 Tage steigt die Temperatur auf annähernd 70 °C. Ab der zweiten Woche beobachtet man einen Rückgang der Temperaturen um etwa 7 °C pro Woche.

Die Temperatur der feuchten Phase bleibt unter 50 °C. Erst nach einer Woche stellt man eine signifikante Erwärmung des Haufens fest, die während 7 Tagen bei 45 °C liegt. Innerhalb 3 Wochen beobachten wir rückläufige Temperaturen, die zum 55. Tag unter 20 °C fallen.



Photo 7: feste Phase gegen Ende des Kompostierens

Die feste Phase verändert sich stark im Laufe des Kompostierens. Nach 10 Wochen ist das Substrat mit Mycelium durchwachsen und seine Struktur bröckelnd und im Grunde des Haufens klebend.

Analysen der festen Phase	feste Phase mit hohem TM-Gehalt		feste Phase mit geringem TM-Gehalt	
	Beginn Lagerung	Ende Lagerung	Beginn Lagerung	Ende Lagerung
% TM	35,3	51,9	17,3	17
N tot	7,34	13,65	3,89	4,89
N NH <sub>4</sub>	0,34	0,14	0,83	0,24
N / NH <sub>4</sub>	4,6 %	1,0 %	21,2 %	4,9 %
K <sub>2</sub> O	4,74	9,04	2,48	2,57
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,38	4,6	1,34	2,36
Na <sub>2</sub> O	1,51	3,38	0,49	0,5
MgO	3,63	7,48	1,07	1,75
CaO	6,19	13,76	2,29	3,59

Tabelle 5: Analysen trockener und feuchter fester Phase zu Beginn und Ende der Lagerung

Die Konzentration an Nährstoffen der festen Phase steigt stark an im Laufe des Kompostiervorgangs (Lagerung) und das umso stärker, je höher der TM-Gehalt ausfällt.

### Verwertung der flüssigen Phase

Die Nährstoffgehalte der flüssigen Phase werden nicht durch die Einstellung des Separators beeinflusst. Die flüssige Phase bietet den Vorteil fließfähiger zu sein als die Rohgülle und weist einen geringeren Trockenmassegehalt auf (2 – 3 % weniger) als die Rohgülle. Durch diese Eigenschaften findet sie eine gute Verwertung im (beweideten) Grünland.

Analyse der versch. Materien	Gülle	flüssige Phase	feste Phase
<b>pH</b>	7,1	6,95	7,8
	in % der Frischmasse		
<b>Trockenmasse</b>	10,6	8,4	34,5
	in kg / T Frischprodukt		
<b>N total</b>	5,48	5,33	6,54
<b>N-NH<sub>4</sub></b>	1,54	2	0,87
<b>% N-NH<sub>4</sub></b>	28 %	38 %	13 %
<b>K<sub>2</sub>O</b>	5,14	4,65	4,04
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	1,86	1,9	1,93
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	1,21	1,23	0,97
<b>MgO</b>	2,02	2,17	3
<b>CaO</b>	2,7	3,21	5,3

Tabelle 6: die Nährstoffe der verschiedenen Phasen

Wasserlösliche Mineralien – Ammoniakstickstoff, Natrium und Kalium – konzentrieren sich vorwiegend in der flüssigen Phase.

Im Gegensatz zur Rohgülle, die in dem Betrieb relativ dickflüssig war (10 % TM), klebt die flüssige Phase nicht an der Grasnarbe und dringt schneller in den Boden ein.

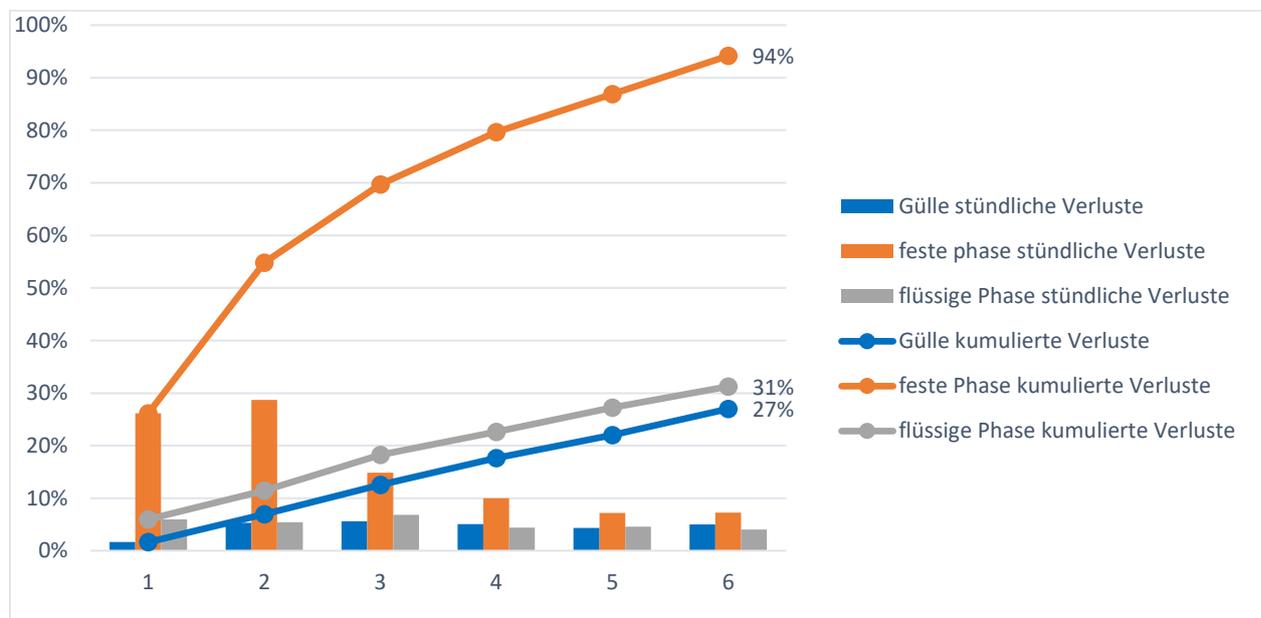
## Verflüchtigungsverluste des Ammoniaks

Um die Verluste durch Ammoniakverflüchtigung der verschiedenen Phasen beziffern zu können, haben wir präzise Messungen durchgeführt. Die ausgebrachten Mengen organischer Substrate lagen bei 80 kg N/ha, was einer Menge von 20 T Gülle, 20 T flüssiger Phase und 16 T frisch separierter fester Phase /ha entspricht. Anhand dieser ausgebrachten Mengen wurden die Verflüchtigungsmessungen durchgeführt.



Photo 8: Verflüchtigungsmessung des Ammoniaks

Die Messungen wurden an einem Tag durchgeführt, der ungünstig für die Ausbringung ammoniakhaltiger organischer Stoffe war, aufgrund von Sonnenschein (12 °C während der Messungsperiode), fehlenden Niederschlags (relative Luftfeuchtigkeit 55 %) und wenig Wind (Windgeschwindigkeit 11 km/h).



Graphik 4: Verflüchtigungsverluste des Ammoniaks (04.04.2017)

Die Gesamtheit des Ammoniaks der festen Phase verflüchtigt sich nach Ausbringung. Die stündlichen Verluste der flüssigen Phase sind am höchsten während der drei ersten Stunden nach der Ausbringung und nehmen dann kontinuierlich mit zunehmendem Einsickern des

Substrats in den Boden ab. Die punktuellen Verluste der Gülle bleiben konstant (hoch) während der gesamten Messungsperiode (6 Stunden) und darüber hinaus.

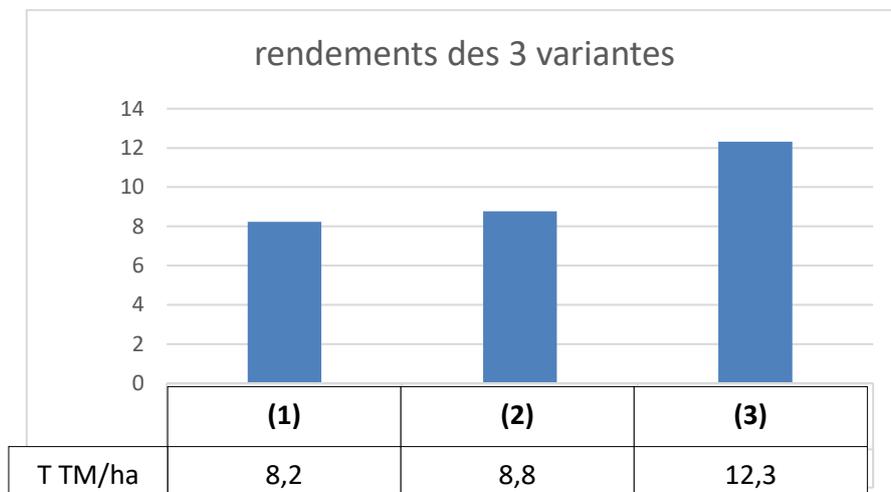
Hieraus lässt sich folgern, dass die flüssige Phase durch ihren geringeren Trockenmassegehalt weniger stark von Ammoniakverflüchtigung betroffen ist. Die feste Phase hingegen verliert die Gesamtheit des in ihr enthaltenen Ammoniaks, zumal da sie während ungünstigen Wetterbedingungen ausgebracht wurde. Diese Messwerte unterstreichen die Wichtigkeit diese ammoniakhaltigen organischen Dünger bei bedecktem Himmel, bzw. Regenwetter und kühlen Temperaturen auszubringen oder sie einzuarbeiten (im Ackerbau).

### Die Verwertung der festen Phase im Maisanbau

Die feste Phase bietet eine gute Verwertungsmöglichkeit in den Maisanbauflächen, da diese relativ weit vom Betrieb entfernt liegen. Durch den Transport einer trockenen nährstoffreichen Materie, ist dieser ökonomisch interessanter, als wenn nährstoffärmere wasserhaltige Gülle über weite Entfernungen transportiert wird.

3 Düngevarianten wurden miteinander verglichen:

feste Phase 26 T/ha + Gülle 20 T/ha **(1)** - feste Phase 26 T/ha **(2)** — Gülle 40 T/ha **(3)**.



Graphik 5: Trockenmasseerträge der verschiedenen Varianten Maissilage

Die Entzüge einer Tonne Trockenmasse Maissilage liegen bei 13 Einheiten N, 5 Einheiten P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 15 Einheiten K<sub>2</sub>O. Bei einem angenommenen Ertrag von 10 T TM/ha liegen die Exporte bei 130 Einheiten N, 50 Einheiten P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 150 Einheiten K<sub>2</sub>O.

Feste Phase 7 Tage	N <sub>tot</sub>	N wirksam*	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MgO	CaO
Durchschnittsgehalt kg /T Frischmasse	6,94	5,2	3	5,6	0,95	3,31	6,93

\*Nach Anwendung eines Wirksamkeitskoeffizienten von 0,75 für den Stickstoff der festen Phase.

Der Phosphorbedarf von 10 T TM/ha Maissilage ist gedeckt mit einer Gabe von 17 T/ha fester Phase und der Kaliumbedarf mit 27 T/ha. Bereits 19 T/ha decken des Stickstoffbedarfs von 10 T TM Silomais / ha.

Diese Angaben sind als rein theoretische Werte zu betrachten, da die Inhaltsstoffe der festen Phase stark von der Initialzusammensetzung der Gülle, des Trockenmassegehaltes der festen Phase und dessen Alter abhängt, also der Dauer die vergeht zwischen Separation und Ausbringung der festen Phase.

### Finanzieller Wert der verschiedenen Materien

Die Zusammensetzung der festen Phase verändert sich stark im Laufe der Zeit nach der Separation. Der Trockenmassegehalt steigt und die Nährstoffe konzentrieren sich in dem Substrat. Je nach Zusammensetzung der separierten Gülle, Trockenmassegehalt der festen Phase und deren Lagerbedingungen und –dauer, verändert sich der Nährstoffgehalt der festen Phase und somit auch dessen finanzieller Wert.

Diese finanziellen Werte sind errechnet worden auf Basis zahlreicher Analyseergebnisse der verschiedenen Substrate im Rahmen dieses Referenzprojektes.

	Feste Phase der Rindergülle		Flüssige Phase der Rindergülle		€/ Einheit 2018
	Dauergrünland	Ackerbau	Dauergrünland	Ackerbau	
<b>N tot</b>	6,94x 0,75* x 0,8	6,94x 0,75* x 0,8	4,43 0,70** x 0,8	4,43 0,70** x 0,8	0,80 €
	€ 4,2	€ 4,2	€ 2,5	€ 2,5	
<b>K<sub>2</sub>O</b>	5,6 x 0,56	5,6 x 0,5	4,53 x 0,5	4,53 x 0,5	0,50 €
	€ 3,1	€ 2,8	€ 2,3	€ 2,3	
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	3,03 x 1,46	3,03 x 0,73	1,51 x 1,46	1,51 x 0,88	1,46 € Grünland / 0,73 € Ackerbau
	€ 4,4	€ 2,2	€ 2,2	€ 1,1	
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,95 x 0,30	0,95 x 0,30	0,79 x 0,30	0,79 x 0,30	0,30 €
	€ 0,3	€ 0,3	€ 0,2	€ 0,2	
<b>MgO</b>	3,31 x 0,60	3,31 x 0,60	1,48 x 0,60	1,48 x 0,60	0,60 €
	€ 2,0	€ 2,0	€ 0,9	€ 0,9	
<b>CaO</b>	6,93 x 0,10	6,93 x 0,10	2,58 x 0,10	2,58 x 0,10	0,10 €
	€ 0,7	€ 0,7	€ 0,3	€ 0,3	
<b>Total €/ T</b>	<b>€ 14,7</b>	<b>€ 12,2</b>	<b>€ 8,4</b>	<b>€ 7,3</b>	

Tabelle 7: finanzieller Wert der verschiedenen Düngemittel (2018) (Quelle Agra Ost – der Wert der Hofdünger 2018)

\*0,75: Wirksamkeitskoeffizient der festen Phase im Vergleich zu einem mineralischen Dünger

\*\* 0,70 : Wirksamkeitskoeffizient der flüssigen Phase im Vergleich zu einem mineralischen Dünger

Für die feste Phase wurde ein Wirksamkeitskoeffizient von 0,75 im Vergleich zu einem chemischen Dünger festgelegt, was dem Wert des Mistkompostes entspricht. Die Wirksamkeit der flüssigen Phase wurde mit 0,70 beziffert, was dem Wirksamkeitskoeffizienten der Rindergülle entspricht.

Aufgrund seiner hohen Nährstoffkonzentration, stellt die feste Phase der Rindergülle einen interessanten Dünger dar, dessen finanzieller Wert auf 14,7 €/T im Dauergrünland und 12,2/T im Ackerbau beziffert wird. Dieser Wert wird anhand der Mineraldüngerpreise berechnet. Die flüssige Phase an sich weist einen geringeren Trockenmassegehalt auf und ist somit auch nährstoffärmer als die feste Phase. Bei einem finanziellen Wert von 8,4 €/T im Grünland und 7,3 € / T im Ackerbau nähert sie sich dem Wert der Gülle, der für das Jahr 2018 von Agra Ost auf 7,72 €/T im Grünland und 6,4 €/T im Ackerbau festgelegt wurde.

José Wahlen

Pierre Luxen

Agra Ost