

**FIBL**  
EXCELLENCE FOR SUSTAINABILITY

Research Institute of Organic Agriculture  
Forschungsinstitut für biologischen Landbau  
Institut de recherche de l'agriculture biologique



## Aufbereitung von Hofdünger – aktuelle Erkenntnisse aus der Forschung

Jacques Fuchs (jacques.fuchs@fibl.org)

## Aufbereitung von Hofdünger – aktuelle Erkenntnisse aus der Forschung

- › Einleitung: Hofdünger in der Schweiz
- › Einsatz von Zusätzen («Wundermittel»)
- › Kompostierung vom Mist: Was bringt's? Wie geht das?
- › Vergärung von Gülle: Wie geht das? Was bringt's?
- › Schlussfolgerungen

FIBL www.fibl.org Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

## Einleitung: Hofdünger in der Schweiz



FIBL www.fibl.org Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

## Einleitung: Hofdünger in der Schweiz

- › Hofdünger (Gülle und Mist) sind in der CH-Landwirtschaft die wichtigsten Dünger. Sie decken ca. 70 % des N-Bedarfs und 85 % des P-Bedarfs der Landwirtschaft in der CH.
- › Ziele: optimale Dünge-Wirkung von Gülle und Mist, ohne negative Auswirkungen auf Umwelt, Boden und Pflanzen
  - › Verminderung der N-Verluste (während Lagerung, Aufbereitung, Ausbringung)
  - › Richtige Anwendungsstrategie (Zeitpunkt, Menge, Anwendungstechnik)
- › Wie kann man am besten die Hofdünger aufbereiten ?
  - › Anwendung von Zusätzen?
  - › Kompostierung?
  - › Vergärung?

FIBL www.fibl.org Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

## Einsatz von Zusätzen (den «Wundermitteln»)



FIBL www.fibl.org Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

## Einsatz von Zusätzen («Wundermitteln»)

- › Güllezusätze, welche die  $\text{NH}_3$ -Freisetzung hemmen (in bio nicht erlaubt)
  - › Säuren (tiefere pH-Wert: weniger Ammoniakverluste)
  - › Metallsalze (als Urease-Inhibitoren)

FIBL www.fibl.org Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

### Einsatz von Zusätzen («Wundermitteln»)

- › **Güllezusätze, welche die mikrobielle Umsetzungen der Gülle fördert**
  - › **Zugabe organischer Stoffe (Melasse, Bioabfälle)**
    - › Steigerung der Kohlenstoff-Veratmung und der CO<sub>2</sub>-Produktion
    - › Bewirkt eine Absenkung des pH-Wertes
    - › Aber: Steigerung der Geruchsemissionen (org. Säuren, Schwefelwasserstoff)
    - › Aber: Steigerung der Methanemissionen
  - › **Gesteinsmehle, Tonminerale, Algenkalk, Zeolith**
    - › Dank ihrer Struktur und Absorptionsvermögen: Verringerung der Ammoniak-Emissionen, die Wirkung ist wissenschaftlich aber selten nachgewiesen und oft nicht reproduzierbar
    - › Verbesserung der Fließfähigkeit / Homogenisierung der Gülle, Reduktion der Schwimmedeckenbildung
    - › Zeolith, Montmorillonit, Biochar haben eine höhere aktive Oberfläche als andere Gesteinsmehle oder Kalkprodukte, sind somit effizienter

### Einsatz von Zusätzen («Wundermitteln»)

- › **Güllezusätze zur Förderung der mikrobiellen Umsetzungen der Gülle**
  - › **Bakterienpräparate**
    - › EM (effektive Mikroorganismen): v.a. Milchsäurebakterien und Hefen; bei Vollgülle wurde eine Reduktion der Ammoniak- und Lachgasemissionen am Anfang der Lagerung (Amon et al., 2004); hingegen umgekehrte Wirkung bei bei Dünggülle!
  - › **« Feinstofflichen Informationen» (z.B. Plocher-Präparaten, Penac)**
    - › Informationen auf Quarzmehl, Kreidemehl, ...
    - › Bei wissenschaftlichen korrekt geführten Versuchen konnte keine wesentliche Wirkungen festgestellt werden.

### Einsatz von Zusätzen («Wundermitteln»)

- › **Viele positiven Wirkungen werden durch den Einsatz von Güllezusätzen versprochen. Ergebnisse aus wissenschaftlich fundierten Versuchen liefern aber ein eher ernüchterndes Bild.**
- › **Einsatz solcher Produkte sind aber mit z.T. bedeutenden Kosten verbunden**
- › **Güllezusätze schaden nicht, aber Lösen kaum Probleme!**
- › **In Bezug auf die Verminderung der Ammoniakverluste tragen die Ausbringungsstrategie und –technik eine deutlich höhere Bedeutung (bis mehr als 70% NH<sub>3</sub>-Verluste bei schlechten Gülleausbringung!)**

### Einsatz von Zusätzen («Wundermittel»)

- › **Betriebsmittelliste 2016: 57 Produkte registriert als « Dünger-, Gülle-, Mist- und Biogaszusätze »**
- › **Was versprechen die Hersteller der Zusätze?**
  - › Reduktion der Stickstoffverluste
  - › Reduktion des Geruchs
  - › Verbesserung der Fließfähigkeit der Gülle
  - › Bessere Pflanzenverträglichkeit
  - › ...
- › **Halten die, was sie versprechen?**
  - › Wirkung?
  - › Kosten / Nutzung?

### Kompostierung vom Mist: Was bringt's? Wie geht das?



### Kompostierung vom Mist: Was bringt's? Wie geht das?

#### › Mist ist nicht Mist

Mistart	Farbe	Geruch	Entstehung
Stapelmist	grünlich	Mistgeruch, Ammoniak	Durch kompakte, anaerobe Lagerung, bis 30 °C warm, ähnlich wie schlechte Silage.
Rottemist	dunkel bis braun, mit braunem Stroh	geruchlos	Durch lockere Lagerung unter Zutritt von Luft, bis 60 °C warm, Vernässung verhindern (Vlies). Mit Frontlader auf Mistplatte umschichten oder als Miete aufsetzen.
Mistkompost	dunkel bis braun	geruchlos bis erdig	Durch lockere Lagerung unter Zutritt von Luft, bis 60 °C warm, feucht halten, aber mit Vlies vor Regen schützen. An Mieten aufsetzen und mit Maschine wenden.

Mäder et al., 2005

### Kompostierung vom Mist: Was bringt's? Wie geht das?

› Verluste bei der Mistaufbereitung

Verfahren	Trocken-Substanz (%)	Organische Substanz (%)	Stickstoff (%)
Stapel-mist	22%	29%	19%
Rotte-mist	32%	47%	30%
Mist-kompost	42%	57%	33%

Mäder et al., 2005

FIBL www.fibl.org Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

### Kompostierung vom Mist: Was bringt's? Wie geht das?

› Pflanzenerträge und Stickstoffwirkung (Ø der Fruchtfolge)

Verfahren	Ertrag		Stickstoffwirkung	
	in % von Kunstdünger	nur Feldverluste berücksichtigt	Feld- und Aufbereitungsverluste berücksichtigt	nicht gemessen
Mistkompost	90	22	17	
Rottemist	92	24	19	
Stapelmist	84	7	6	
Gülle	91	31		
ohne Düngung	76	-	-	
Kunstdünger Norm	100	65	65	

Mäder et al., 2005

FIBL www.fibl.org Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

### Kompostierung vom Mist: Was bringt's? Wie geht das?

› Vergleich Stapelmist – Laufstallmist / Mistkompost

	Stapelmist / Laufstallmist	Mistkompost
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• raschere Stickstoffwirkung (gilt nur für stroharmen Mist)</li> <li>• geringerer Pflegeaufwand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• höhere Stickstoffwirkung</li> <li>• wirkt Humus aufbauend</li> <li>• anhaltende Düngewirkung</li> <li>• fördert die biologische Aktivität des Bodens</li> <li>• kleinere Ausbringungsmenge</li> <li>• unterdrückt Unkrautsamen und Krankheitskeime</li> <li>• gut pflanzenverträglich</li> </ul>
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ammoniakverluste beim Ausbringen</li> <li>• viel Stroh bewirkt eine Stickstoff-Sperre</li> <li>• Bildung von pflanzenunverträglichen Fäulnisstoffen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stickstoffverluste bei der Kompostierung (je nach System)</li> <li>• langsamere Mineralisierung im Frühjahr</li> <li>• Aufwand für das Kompostieren</li> </ul>

Berner und Messerli, 2009

FIBL www.fibl.org Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

### Kompostierung vom Mist: Was bringt's? Wie geht das?

› Wie kompostiert man Mist ?

- › Kompostieren ist mit Aufwand verbunden
- › Meistens wird Kompost am Feldrand kompostiert
- › Dazu braucht man ein Umsetzer, und geeignete Feldränder ...

FIBL www.fibl.org Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

### Kompostierung vom Mist: Was bringt's? Wie geht das?

› Geeigneter Feldrand

- › Nicht in Gewässerschutzzonen oder Grundwasserschutzarealen
- › Nicht über Drainagen
- › Nicht auf Ausgleichflächen
- › Mindestabstand zu Waldrändern, Hecken und Gewässern: 3 Meter
- › Übergang zum Weg muss ziemlich eben sein

FIBL www.fibl.org Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

### Kompostierung vom Mist: Was bringt's? Wie geht das?

› Wie kompostiert man Mist ? Aufsetzung der Miete

- › Material muss genügend Struktur haben (strohbetonter Mist)
- › Stroharmer Mist, Schweinemist: sollte Stroh oder aufgefaserter Holzgrünzeug beigemischt werden
- › Zu strohreiche Mischung (hohes C:N-Verhältnis): Prozess startet nicht. Kot, Gras oder ähnliches zugeben. Auf genug Feuchtigkeit achten.
- › Mit der Zugabe von 3 – 5 % Erde oder Reifkompost den Kompostierungsprozess unterstützen
- › Grösse der Miete muss den Abmessungen der Umsetz-Maschine entsprechen (meistens 2,5 - 3 Metern Breite und 1,5 - 2 Metern Höhe)
- › Zwischen der Miete und dem Feldrand: 40 – 50 cm breiter Streifen Wiesland (damit kein Sickerwasser auf den Weg fliesst)
- › Traktor muss dennoch auf dem Weg fahren können
- › Aufsetzung der Miete z.B. mit einem leicht umgebauten Mistwagen

FIBL www.fibl.org Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

**Kompostierung vom Mist:  
Was bringt's? Wie geht das?**

› **Wie kompostiert man Mist ? Aufsetzung der Miete**



Frisch aufgesetzte Miete

 [www.fibl.org](http://www.fibl.org) Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

**Kompostierung vom Mist:  
Was bringt's? Wie geht das?**

› **Wie kompostiert man Mist ? Aufsetzung der Miete**



Frisch aufgesetzte Miete

 [www.fibl.org](http://www.fibl.org) Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

**Kompostierung vom Mist:  
Was bringt's? Wie geht das?**

› **Wie kompostiert man Mist ? Pflege der Miete**

- › Miete kurz nach dem Anlegen ein erstes Mal umsetzen, damit die Form der Miete und ihre inneren Struktur optimal homogenisiert ist.
- › **Das Wichtigste:** Feuchtigkeit und Luftzirkulation innerhalb der Miete regulieren: Faust-Test.
  - › Miete zu nass, so wird sie zu kompakt, die Luft kann nicht zirkulieren und anaerobe Verhältnisse treten auf. Folge: lästige Geruchsemissionen, Pflanzenunverträglichkeit des Kompostes
  - › Miete zu trocken, so geht ein Grossteil des mineralischen Stickstoffes als Ammoniak verloren. Rote-Mikroorganismen stellen ihre Aktivität ein. Der so produzierte Kompost ist teilweise unverrotet und kann sich im Feld negativ auf den Stickstoffhaushalt auswirken
- › Die Kompostmiete mit einem atmungsaktiven Vlies bedecken (Schutz vor dem Austrocknen und gegen das Vernässen)

 [www.fibl.org](http://www.fibl.org) Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

**Kompostierung vom Mist:  
Was bringt's? Wie geht das?**

› **Wie kompostiert man Mist ? Pflege der Miete**



Mit Vlies bedeckte Miete

 [www.fibl.org](http://www.fibl.org) Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

**Kompostierung vom Mist:  
Was bringt's? Wie geht das?**

› **Wie kompostiert man Mist ? Pflege der Miete**

- › Die Temperatur in der Miete kann bis 55-60 °C steigen.
- › Erste Umsetzung, wenn die Temperatur in der Miete zu sinken beginnt.
- › Die zweite Umsetzung wird einige Wochen später durchgeführt.
- › Vor der Umsetzung: Feuchtigkeitsgehalt kontrollieren (Faust-Test). Falls zu trocken: unmittelbar vor oder während dem Wenden Wasser zugeben.

 [www.fibl.org](http://www.fibl.org) Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

**Kompostierung vom Mist:  
Was bringt's? Wie geht das?**

› **Wie kompostiert man Mist ? Pflege der Miete**



Umsetzung der Miete

 [www.fibl.org](http://www.fibl.org) Hofdüngervorbereitung, jf, 15.03.2016

**Kompostierung vom Mist:  
Was bringt's? Wie geht das?**

- › **Wie kompostiert man Mist ? Mögliche Schwierigkeiten**
- › **Grösste Schwierigkeit: Regulierung der Feuchtigkeit**  
Vor allem im Winter ist es oft schwierig, die Miete vor Übernässung zu schützen.  
Insbesondere Schnee ist problematisch, da er durch das Vlies langsam in die Miete diffundieren kann.  
Es empfiehlt sich deshalb, in den Wintermonaten wenn möglich auf das Kompostieren von Mist zu verzichten.
- › **Kompostierung von Kalbs- und Pferdemist:**  
meist hoher Stroh-Anteil und dem damit verbundenen tiefen Stickstoffgehalt.  
Empfehlung: Beimischung von Kuhmist oder Gras (Rasenschnitt)

**Kompostierung vom Mist:  
Was bringt's? Wie geht das?**

- › **Wie kompostiert man Mist ? Mögliche Schwierigkeiten**



Schneebedeckte Miete

**Kompostierung vom Mist:  
Was bringt's? Wie geht das?**

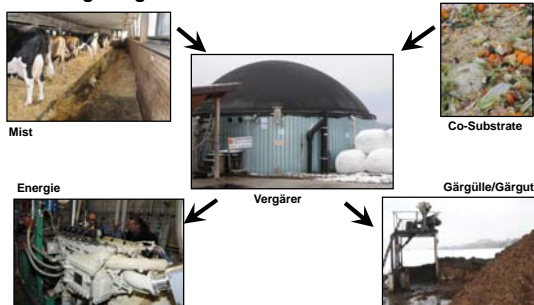
- › **Anwendung vom Mistkompost**
- › Mistkompost kann bei allen Kulturen eingesetzt werden, auch bei den empfindlichen.
- › Mistkompost ist konzentrierter als Mist:  
für die gleiche Nährstoffmenge genügen kleinere Gaben.  
Die Mengenkorrektur entspricht ungefähr dem Volumenverlust während der Kompostierung.
- › Anwendungszeitpunkt:  
wenn Bodenzustand es zulässt und kein Schnee auf dem Feld liegt:  
praktisch das ganze Jahr über möglich.

**Vergärung von Gülle:  
Wie geht das? Was bringt's?**



**Vergärung von Gülle:  
Wie geht das? Was bringt's?**

- › **Güllevergärung: wie funktioniert es ?**



**Vergärung von Gülle:  
Wie geht das? Was bringt's?**

- › **Güllevergärung: wie funktioniert es ?**
- › Landwirtschaftliche (Co-)Vergärung: meistens mesophil (40-42 °C)
- › Wegen Gasertrag: meistens Co-Vergärung
  - › Co-Substrat <20%: Produktion von Gärgülle
  - › Co-Substrat >20%: Produktion von Gärgut
- › Am Ende des Prozesses:
  - › flüssiges Gärgut/Gärgülle (ohne Trennung)
  - › Trennung in feste Fraktion (festes Gärgut / Gärmist) und einer flüssigen Fraktion (flüssiges Gärgut/Gärgülle)
- › Nährstoffgehalte pro m<sup>3</sup> Produkt hängt ab vom Ausgangsmaterial, aber v.a. vom TS-Gehalt



**Vergärung von Gülle:  
Wie geht das? Was bringt's?**

› Nährstoffgehalt von Gärgüllen?

	Gärgülle (Rindvieh)			Gärgülle (Schweine)		
	Median	min.	max.	Median	min.	max.
TS [%]	3,9	1,1	9,2	2,9	0,5	6,7
pH-Wert	8,0	7,3	8,8	7,8	7,4	9,1
Ntot [kg/t FS]	2,6	1,1	4,2	3,9	1,2	6,4
NH <sub>4</sub> -N [kg/t FS]	1,3	0,4	2,3	2,1	0,7	3,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [kg/t FS]	1,0	0,2	2,5	1,2	0,3	4,5
K <sub>2</sub> O [kg/t FS]	3,2	0,4	6,8	2,0	0,8	4,0
Ca [kg/t FS]	1,0	0,2	2,2	0,9	0,1	3,1
Mg [kg/t FS]	0,4	0,1	0,8	0,3	0,1	0,6

Quelle: Pötsch 2006, Projekt BAL 2941 (Ö)  
Hofdüngervorbereitung, Jf. 15.03.2016

**Vergärung von Gülle:  
Wie geht das? Was bringt's?**

› Gärgülle im Vergleich zur Gülle

- › Organische Substanz ↓ -20 bis 30%
- › Trockensubstanz ↕
- › Organischer Stickstoff ↓ -10 bis 30%
- › Ammoniak-Stickstoff ↗ +10%
- › pH ↗ 7,5 und mehr

(Besson et al., 1985)

**Vergärung von Gülle:  
Wie geht das? Was bringt's?**

› Gärgülle im Vergleich zur Gülle

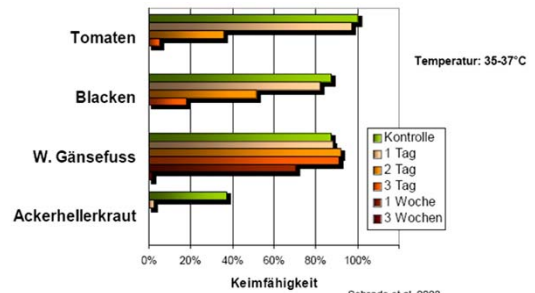
- › Weniger Geruchsemissionen
- › Gülle fließfähiger
- › Höheres Risiko von Ammoniakverlusten
- › Förderung der Regenwürmer
- › Weniger keimfähige Unkrautsamen



(Besson et al., 1985 und andere)

**Vergärung von Gülle:  
Wie geht das? Was bringt's?**

› Gärgülle im Vergleich zur Gülle



Schrade et al. 2003

**Vergärung von Gülle:  
Wie geht das? Was bringt's?**

› Gärgülle im Vergleich zum Kompost

- › In Vergleich zum Kompost ist Gärgut:
  - › ... noch relativ instabil, im Rotteprozess
  - › ... reich an verfügbaren Nährstoffen (v.a. Stickstoff)
  - › ... bedingt pflanzenverträglich (für Substratherstellung ungeeignet)
  - › ... qualitativ vergleichbar mit Mist
- › Was bedeutet, dass:
  - › ... Gärgut nur zu Zeiten ausgebracht werden sollte, in denen die Pflanzen den Stickstoff aufnehmen können
  - › ... das Gärgut einen guten kurzfristigen Düngungseffekt hat
  - › ... langfristig die Bodenfruchtbarkeit nur bedingt verbessert wird.
  - › ... Gärgut und Kompost komplementäre Produkte sind

**Vergärung von Gülle:  
Wie geht das? Was bringt's?**

› Hygienische Qualität von Gärgut (FiBL-Studie 2014)

- › Salmonellen und *E. coli* können in den thermophilen Anlagen meistens effizient eliminiert werden.  
**Voraussetzung:** die Temperatur-Verweilzeit-Kombination entspricht den Vorgaben und es sind keine Kurzschlussströmungen vorhanden. Somit ist fachgerecht hergestelltes, thermophiles Gärgut aus hygienischer Sicht auch im Gemüsebau unbedenklich.
- › Die mesophilen Anlagen haben nur einen geringfügigen Einfluss auf die Menge der untersuchten Keime,
- › aber es gibt keine Vermehrung der Erreger während des Prozesses in mesophilen Anlagen

**Vergärung von Gülle:  
Wie geht das? Was bringt's?**

- > **Die hygienischen Risiken von mesophilem Gärgut sind vergleichbar mit Gülle.**
  - > Für Acker- und Futterbau ist auch mesophil erzeugtes Gärgut einsetzbar
  - > Für aus gesundheitlicher Hinsicht heikle Kulturen (roh verzehrtes Gemüse) sind folgende Massnahmen in Betracht zu ziehen:
    - > Wenn möglich soll festes Gärgut nachkompostiert werden
    - > Gärgut flach einarbeiten, um einerseits einen raschen Abbau der Keime zu ermöglichen und andererseits, um Ammoniakverluste zu vermindern.
    - > In Kulturen von roh verzehrtem Gemüse mit weniger als hundert Wachstumstagen soll mesophiles Gärgut spätestens vier Monate vor Kulturanfang angewendet werden.

**Vergärung von Gülle:  
Wie geht das? Was bringt's?**

- > **Anwendung von Gärgülle/Gärgut.**
  - > Nur bei geeigneten meteorologischen Bedingungen ausbringen
  - > Nur mit geeigneter Technik ausbringen (z.B. Schleppschlauch)
  - > Anwendung nur dann, wenn die Pflanzen die verfügbaren Nährstoffe assimilieren können.
  - > Anwendungsmengen dem Pflanzenbedarf entsprechen, um eine Belastung des Bodens und der Luft durch Nährstoffüberschüsse zu vermeiden.
  - > Besser mehrere kleine Gaben als eine grosse Gabe

**Schlussfolgerungen**



**Schlussfolgerungen**

- > **Gülle- / Kompostzusätzen bringen meistens weniger als was versprochen ist. Kosten / Nutzen ????**
- > **Gülle (Co)Vergärung und Mistkompostierung verlangen einen gewissen Aufwand (Arbeit, Infrastruktur), beeinflussen aber drastisch die Qualität der Produkte:**
  - > Verträglicher für Pflanzen, Boden und Organismen
  - > Mistkompost: positive Wirkungen auf Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenwachstum
  - > Gärgülle: keine negative Wirkung auf Bodenorganismen (Regenwürmer) und Pflanzen (Verbrennungsgefahr)
  - > Gärgülle: Schont die Nachbarn (Geruchemissionen)
- > **Fachgerechte Produktion und Anwendung von Gärgülle / Mistkompost sind aber die Bedingungen, um diese Strategien erfolgreich anzuwenden.**

**Noch Fragen ? Wir sind für Sie da.**

[www.fibl.org](http://www.fibl.org)  
[www.bioactualites.ch](http://www.bioactualites.ch)  
[www.biophyt.ch](http://www.biophyt.ch)

