

# les livrets

## DE L'AGRICULTURE

N° 20 D

### Durch Kompostierung den Stallmist in seinem Wert verbessern

Landwirtschaft

Pierre Luxen, Bernard Godden, Fabienne Rabier

ödw | Veröffentlichungen

METHODISCHE LEITFÄDEN



Wallonie

# les livrets

## DE L'AGRICULTURE

N° 20 D

### Durch Kompostierung den Stallmist in seinem Wert verbessern

**Pierre Luxen und Bernard Godden**, Agra-Ost  
**Fabienne Rabier**, Wallonisches Zentrum für Agrarforschung  
in Gembloux (CRA-W)

Lektorat : Véronique Renaux und Josi Flaba

Übersetzung durch die Koordinationsstelle Grünes Land Eifel-Ardennen, Agra-Ost,  
Marc Reuter und Dr. Johann Junk vom DLR Eifel aus Bitburg



## Vorwort

Organische Wirtschaftsdünger werden heute als echte Hofdünger betrachtet. Deren effizientes Management und deren optimale Verwertung bilden einen wichtigen Baustein der Landwirtschaft, um den agronomischen und umweltbezogenen Anforderungen gerecht zu werden. Durch die Kompostierung von Mist gewinnt dessen Gebrauch an Zuverlässigkeit, Stabilität und Düngerwert, und dies, sowohl auf Grünland als auch auf Acker.

In den letzten Jahren ist die Beratung in diesem Bereich parallel zur Entwicklung des Konzeptes der nachhaltigen Landwirtschaft gelaufen, in den sich die Kompostierung eingliedert. Mit der Unterstützung des Öffentlichen Dienstes der Wallonie und mit einer europäischer Co-Finanzierung wurden zahlreiche Vorführungen und Vorträge zur Kompostierung organisiert. Zusätzlich wurde dieses Thema von Grund auf von wissenschaftlichen Arbeitsgruppen untersucht. Analysiert

wurden neben der Wirksamkeit der Methode selbst, auch die besten zur Verfügung stehenden Maschinen, so wie der finanzielle Aspekt, und schlussendlich die verschiedenen Szenarien und Besonderheiten. Die aktualisierten Resultate der Forschungsarbeiten werden nun hier vorgestellt.

Diese basieren sich auf bisherigen Arbeiten und Resultate der VoG Agra-Ost und des Wallonischen Zentrums für Agrarforschung.

Möge diese Broschüre den Landwirten eine nützliche Ergänzung bringen, in der Führung ihrer Betriebe, im Einklang mit der Umwelt und in der Perspektive einer nachhaltigen Landwirtschaft in der Wallonie.

Ich wünsche Ihnen eine angenehme Lektüre.

**Jos R enard,**  
Generaldirektor a.i.



## Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	3
Einleitung.....	7
Worin besteht die Kompostierung ?.....	9
Warum den Mist kompostieren ?.....	13
Die Voraussetzungen zum Erfolg.....	17
Die Kompostierungsarbeiten .....	22
1. Der klassische, stationär arbeitende Miststreuer.....	22
2. Der Kompost-Umsetzer .....	23
Die Verwendung von Mistkompost im Grünland und im Ackerbau.....	25
1. Wert des kompostierten Rindermistes.....	25
2. Düngerwert im Grünland.....	27
3. Verwendung im Ackerbau.....	30
4. VALOR.....	32
Was kostet die Mistkompostierung ?.....	35
Schlussfolgerung.....	39
Literaturverzeichnis.....	41
Nützliche Adressen.....	44



## Einleitung

Die Reduzierung der Produktionskosten, die Verbesserung der Produktqualität und die umweltgerechte Produktion sind die Herausforderungen, denen sich die Landwirte heute stellen müssen.

In diesem schwierigen Umfeld ist es angebracht, eine mögliche Aufwertung der Hofdünger zu überprüfen und diese in den Mittelpunkt der Düngung in den landwirtschaftlichen Betrieben zu rücken. Tatsächlich finden sich rund 80 % der von den Tieren aufgenommenen Nährstoffe in den Ausscheidungen wieder.

Manche dieser Ausscheidungen sind nicht kontrollierbar (Urin und Kuhfladen während der Beweidung) und entgehen der Kontrolle des Landwirten. Andere, wie Mist, Gülle, ..., werden im Stall aufgefangen und sollen wie hochwertige Hofdünger verwaltet werden, da sie teilweise oder gänzlich die Handelsdünger ersetzen können.

Der Landwirt, der seinen Wirtschaftsdünger gemäß der guten landwirtschaftlichen Praxis ausbringt, beseitigt kein störendes oder umweltschädliches Abfallprodukt, sondern verwertet ein Nebenprodukt, das fähig ist, die Basis der Düngung in der Wallonie zu gewährleisten.

Um Wirtschaftsdünger im Betrieb optimal zu verwerten, erweist sich die Kompostierung von Stallmist als eine geprüfte, bewährte und wirksame Maßnahme.





# worin besteht die Kompostierung ?

## Worin besteht die Kompostierung ?

9

Die Kompostierung ist eine Technik, die darin besteht, organische Stoffe zu belüften, um einen aeroben Zersetzungsprozess einzuleiten. Diese biologische Umwandlung führt gleichzeitig zur Zersetzung und Humifizierung der Stoffe, wobei sie zwei Phasen durchläuft :

1. Eine Phase des aktiven Abbaus, während der die Temperatur zunächst bis 65-70 °C ansteigt und anschließend wieder bis zur Umgebungstemperatur absinkt. Diese Phase dauert bei Rindermist etwa einen
2. Eine Phase der langsamen Reifung, während der sich die Humifizierung fortsetzt und gleichzeitig die mikrobielle Biomasse mineralisiert.

Monat und beinhaltet tief greifende chemische und biochemische Veränderungen; mehr als die Hälfte der Ausgangsstoffe verändern ihre Zusammensetzung. Durch Entweichen von CO<sub>2</sub> und Wasserdampf werden das Gewicht und das Volumen um ca. 50 % verringert.

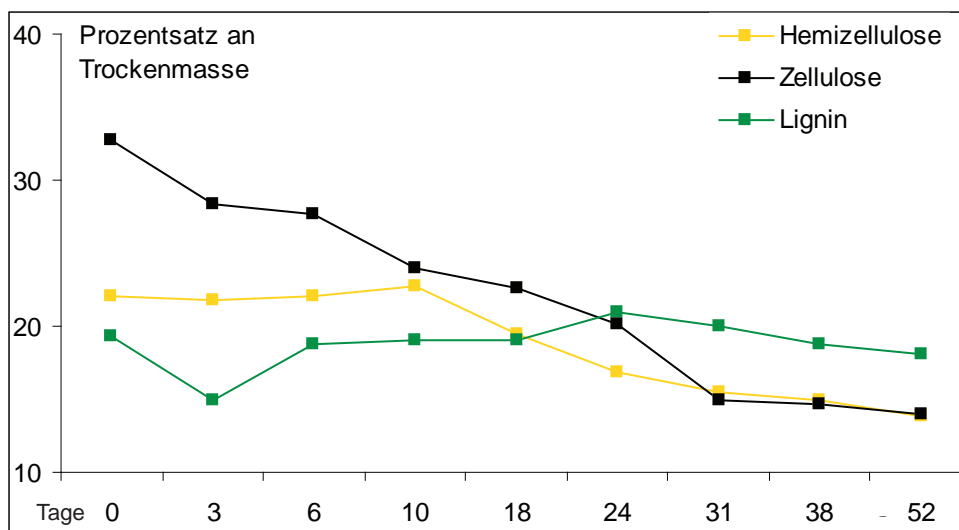


# worin besteht die Kompostierung ?

Man kann sehr gut zwischen jungem Kompost und reifem Kompost unterscheiden. Der junge Kompost hat zwar eine intensive Abbauphase durchlaufen und seine Temperatur ist auf 30-35 °C gesunken, aber ihm fehlen noch die typischen Merkmale des reifen Kompostes. Nach einem längeren Reifeprozess riecht der dann reife Kompost nach Düngererde, hat eine bröckelige Konsistenz und die Ausgangsstoffe sind nicht mehr zu erkennen.

Im Gegensatz zur gezielten Kompostierung führt die einfache Lagerung von Stallmist am Feldrand auch nach längerer Zeit nicht zur Kompostbildung, da die unerlässlichen Bedingungen der aeroben Umwandlung nicht gegeben sind. Im Gegenteil, es finden Gärungen statt, die zu schädlichen und übel riechenden Stoffen (flüchtige Fettsäuren, Schwefelwasserstoff, ..) führen. Außerdem wird unter anaeroben Bedingungen klimaschädliches Methan gebildet und freigesetzt.

## **Abbau der organischen Stoffe im Laufe der Zeit (in % der Trockenmasse)**



## worin besteht die Kompostierung ?





## Warum den Stallmist kompostieren ?

13

Die Aufbereitung des Stallmistes zu Kompost bringt einige Vorteile.

Ein erster großer Vorteil der Kompostierung besteht in der Vernichtung vorhandener Krankheitskeime und Unkrautsamen durch die Erhöhung der Temperatur im Komposthaufen. Diese Sanierung findet im gesamten Querschnitt des Haufens statt.

Außerdem bilden Mikroorganismen für Krankheiserreger und Unkrautsamen toxische Substanzen. Diese toxischen Substanzen entstehen bei der aeroben Zersetzung des Lignins. Dabei werden Phenole und Essigsäure gebildet. Des Weiteren sind Pilze, die Nematoden (Fadenwürmer) abtöten, beobachtet worden.

Da der Kompost nicht mehr stinkt, sondern erdartig riecht, kann er auch problemlos auf

Weideflächen ausgebracht werden, ohne die Schmackhaftigkeit des Grases negativ zu beeinflussen. Außerdem kann er auch in der Nähe von Wohngebieten ausgebracht werden, ohne die Anwohner mit unangenehmen Gerüchen zu belästigen.

Das gesamte Management der Anwendung von Hofdüngern wird erheblich dadurch erleichtert, dass Mistkompost besser auf die gesamte landwirtschaftliche Fläche des Betriebes verteilt werden kann. Außerdem besteht die Möglichkeit den Kompost während der Vegetationszeit auszubringen. Auf diese Art und Weise vermeidet man eine organische Überdüngung, größere Stickstoffverluste und eine Verunreinigung des Grundwassers durch größere Nitrateinträge.

# warum den Stallmist kompostieren ?

Ein weiterer Vorteil der Kompostierung des Stallmistes ergibt sich aus der Homogenisierung des gesamten Stallmisthaufens. Wegen seiner krümeligen Struktur kann in geringeren Mengen von 10 -15 t/ha ausgebracht werden. Zudem besteht die Möglichkeit ihn sehr breitwürfig und trotzdem gleichmäßig auf der Fläche zu verteilen. Auch werden durch das um rund 50 % verringerte Volumen die Schlagkraft erhöht, die Rentabilität verbessert und die Ausbringungskosten reduziert. Außerdem ist zu beachten, dass durch seine krümelige Struktur und die homogene Zusammensetzung es möglich wird, präzisere Analysen durchzuführen und den Düngerwert genauer zu bestimmen.

Ein weiterer Vorteil des Kompostes gegenüber dem Stallmist ist die Verringerung der Stickstoffverluste in die Umwelt. Der im Stallmist enthaltene Ammoniak- und Harnstoff-Stickstoff dient den Mikroorganismen als Nahrung zur Bildung von Mikrobeneiweiß und damit zur Mikrobenvermehrung. Diese Umwandlungsprozesse führen dazu, dass die schlechten Gerüche verschwinden. Die Umwandlung von Harnstoff und Ammoniakstickstoff in Eiweiß verhindert Stickstoffverluste durch Auswaschung oder Oberflächenabfluss. Es treten lediglich Verluste in Form von Gasverflüchtigungen beim Auf- oder Umsetzen des Komposthaufens auf.

In vielen Versuchen wurde nachgewiesen, dass keine signifikanten Stickstoffverluste in flüssiger Form auftreten. Beim Versuch stroharmen Stallmist mit einem Kohlenstoff/Stickstoff, kurz C/N - Verhältnis  $<20$  zu kompostieren, konnten Kaliverluste festgestellt werden. Diese stammen aus den Sickersäften des Stallmistes. Um die Verluste an Kali und Stickstoff auf ein Minimum zu beschränken, muss auf ein ausreichendes Verhältnis zwischen Stroh und tierischen Ausscheidungen geachtet werden.

Die Verluste bei der Ausbringung des Kompostes sind sehr gering (maximal 7 %), da der Stickstoff im Kompost fast vollständig in organischer Form vorliegt. Bei der Ausbringung von nicht kompostiertem Stallmist können die Stickstoffverluste allerdings eine Höhe von 17 % des Gesamtstickstoffs erreichen.

Schließlich ist noch zu bemerken, dass, wenn die Kompostierung richtig durchgeführt wird, die Menge der ausgestoßenen Treibhausgase geringer ist als bei einer direkten Nutzung des Stallmistes.



# warum den Stallmist kompostieren ?

## Auswirkungen von Kompost auf den Boden

Drei Wochen bis ein Monat nach der Umsetzung der Mieten, wird der Kompost ausgebracht um voll und ganz von den im Kompost vorhandenen Nährstoffen und von der stimulierenden Wirkung auf die biologische Aktivität des Bodens zu profitieren – Beschleunigung der Zersetzung der frischen organischen Stoffe wie z.B. der Ackerrückstände. Ein über-

reifer Kompost hat nicht mehr diesen Effekt. Diese Nutzung eines jungen Komposts ermöglicht es die für seine Herstellung nötige Fläche zu verringern.

Ein letzter Vorteil ist agronomischer Art : man geht davon aus, dass mit einem reifen Kompost dem Boden ca. 50 % mehr Dauerhumus zugeführt wird als mit vergleichbaren Stallmistmengen. Es handelt sich also um ein erstklassisches Bodenverbesserungsmittel, das die Fähigkeit der Böden erhöht, Wasser

15

## Die Anwendung von frischem Stallmist auf Grünland ist kritisch zu betrachten

Das Ausbringen von frischem Stallmist auf Grünland, vor allem auf Weideflächen, birgt zahlreiche Nachteile :

- schlechte Schmackhaftigkeit des Grases führt zu mehr Geilstellen und zu einer geringeren Futteraufnahme;
- durch die vergleichsweise schlechte Verteilung des Stallmistes und vor allem durch Stallmistklumpen wird die Grasnarbe teilweise abgedeckt oder gar geschädigt. Dies führt zur Lückenbildung;
- Samenverbreitung von nitrophilen Pflanzen wie Ampfer, Vogelmiere, Taubnessel;
- Ausbreitung von Krankheitserregern;
- Verschlechterung der Grasnarbe durch Unterbeweidung führen zu einem Rückgang des Deutschen Weidelgrases und zur Ausbreitung von einjährigem und gewöhnlichem Rispengras, von Löwenzahn, gewöhnlicher Schafgarbe und anderen;
- Rückgang des Weißklee, bedingt durch zu häufiges Mähen;
- andauernde schlechte Gerüche mit einhergehenden Stickstoffverlusten durch Verflüchtigung;
- Risiko einer Verunreinigung des geernteten Futters mit Stallmist und einer möglichen Buttersäurebildung in der Silage.

Dank der Kompostierung ist es möglich, alle diese Nachteile auszuschalten und somit die auf dem Betrieb anfallenden Wirtschaftsdünger besser zu verwerten.



# warum den Stallmist kompostieren ?

zu speichern, Nährstoffe zu binden und bei Bedarf wieder frei zu setzen (Calcium, Kalium,...).

Den Vorteilen der Kompostierung stehen auch einige Nachteile gegenüber. Zu erwähnen sind hierbei die folgenden:

- Im Betrieb muss ein Mieten-Umsetzer und - für geringe Düngergaben - ein Teller- Miststreuer vorhanden sein oder ausgeliehen werden können
- Es besteht ein höherer Bedarf an Stroh oder anderen Stoffen mit ähnlicher Aufnahmefähigkeit.

- Es muss ausreichend Platz zur Verfügung stehen, um die Mieten aufsetzen zu können.

- Die möglichen Kalium- und Natriumverluste können unterschiedlich hoch ausfallen, wobei das Risiko mit der Dauer der Lagerung und der Niederschlagsmenge steigt.

Auch wenn mehr Zeit für das Herstellen der Mieten benötigt wird, gewinnt man wesentlich mehr Zeit bei der Ausbringung wegen des im Vergleich zum Stallmist geringeren Volumens und Gewichtes.

## Die Voraussetzungen zum Erfolg

17



Um kompostierbar zu sein, muss der Mist ausreichend Struktur besitzen ; dies schließt den Mist der Laufgänge im Rohzustand aus. Der Erfolg der Kompostierung hängt von den vorherigen Lagerungsbedingungen des Stallmistes ab. Es ist überaus wichtig, in dieser mehr oder weniger langen Phase, dass der Haufen relativ kompakt und festgetreten bleibt, um Stickstoffverluste in Am-

moniakform zu vermeiden und zudem eine intensive Durchfeuchtung des Stroh zu ermöglichen. Die ideale Voraussetzung hierfür bietet der Laufstall mit starker Stroheinstreu.

Ein mäßiger Einsatz von Phosphat über die Einstreu ( 100g / GVE / Tag) trägt, neben seiner desinfizierenden Wirkung, ebenfalls zu einer Minderung der Stickstoffverluste durch

# die Voraussetzungen zum Erfolg

Verflüchtigung bei. Diese Anreicherung mit Phosphor muss jedoch bei der Erstellung des Düngplans berücksichtigt werden.

Bei der Kompostierung selbst sind verschiedene Parameter in Betracht zu ziehen, um den guten Ablauf des aeroben Zersetzungsprozesses zu gewährleisten : die Struktur, der Sauerstoffanteil, die Feuchtigkeit und das C/N - Verhältnis.

Es besteht ein sehr hoher Bedarf an Sauerstoff, um den Zersetzungsprozess auszulösen. Dies rechtfertigt den Durchgang des Mistes durch die Walzen eines Miststreuers oder eines Kompost-Umsetzers. Dank dieser Belüftung wächst das Volumen der Materie erheblich an (im Idealfall, mehr als 30%). Dafür ist es überaus wichtig, dass die Miete ausreichend Struktur (Strohmist) aufweist und nicht zu hoch ist ( $\pm 1,80\text{m}$ ). Es muss ein Gleichgewicht zwischen der Masse und der Fläche gewahrt werden, die in Kontakt mit der Luft ist.

Wenn das Volumen der Mieten beim Aufsetzen ansteigt, liegt der Verlust von Frischmasse nach Ende der Kompostierung bei ca. 50 %. Das ist hauptsächlich auf die Freisetzung von Kohlendioxid und Wasserdampf zurückzuführen.

Die Feuchtigkeit spielt in Verbindung mit

der Belüftung der Miete eine entscheidende Rolle. Der Feuchtegehalt des zu kompostierenden Stallmistes sollte bei etwa 50 % liegen, um die angestrebte biologische Aktivität zu gewährleisten. Bei zu hoher Feuchtigkeit können anaerobe Bedingungen entstehen. Aus diesem Grund ist es manchmal ratsam, die Mieten mit einer Strohschicht oder einer Feinlochfolie abzudecken, um sowohl übermäßiges Eindringen von Wasser als auch ein zu starkes Austrocknen zu vermeiden. Unter unseren klimatischen Bedingungen kann jedoch darauf verzichtet werden, da sich an der Oberfläche der Miete sehr schnell eine schützende Kruste bildet. Weil manche Pferde- oder Schafmiste zu trocken sind um korrekt kompostiert werden zu können, müssen sie angefeuchtet werden. Kompost-Umsetzer können mit einer Vorrichtung ausgerüstet werden, die zu trockenem Mist Wasser oder Gülle zufügen

Eine Grundbedingung für den guten Ablauf der Kompostierung ist, dass das Ausgangsprodukt ein relativ weites C/N Verhältnis aufweist. Das optimale C/N Verhältnis liegt um 15 – 30. Niedrigere C/N - Gehalte deuten auf einen unzureichenden Strohgehalt hin, und es muss davon ausgegangen werden, dass Stickstoffverluste durch Verdampfung auftreten.

Strukturmangel führt zu einem unerwünschten Zersetzungsverlauf. Die Einstreumenge mit

# die Voraussetzungen zum Erfolg

Stroh hängt vom Tiertyp, der Fütterung und dem Stalltyp ab; es sollten 5 bis 8 kg pro GVE pro Tag vorgesehen werden, um eine optimale Kompostierung zu erreichen.

Das Hinzufügen von Stroh zu einem „Weichmist“ vor der Kompostierung bringt, neben den praktischen Problemen, bei weitem nicht die Ergebnisse wie eine ausreichende Stroheinstreu.

Der Anstieg der Temperatur bis 65° - 70°C ist das Resultat der Aktivität der thermophilen Bakterien. Es ist das am besten wahrzunehmende Zeichen des laufenden Kompostierungsvorganges.

Die Temperatur lässt sich leicht durch ein Thermometer, das in den Haufen gesteckt wird, kontrollieren. Die beschleunigte Zersetzung der organischen Stoffe, bei hohen Temperaturen vereinfacht den späteren Prozess der Humusbildung.

In der Wallonie produzieren zahlreiche Betriebe Weichmist, der mit Schiebern aus dem Stall geschoben wird. Dieser Mist enthält zu wenig Stroh um als solcher kompostiert zu werden. Zudem sind dessen Lagerung und vor allem dessen Ausbringung problematisch. Um ihn kompostieren zu können, stellt das Untermischen von Zusatzstoffen, auch

Co-Kompostierung genannt, eine Zukunftsperspektive dar.

Um die mit dem Weichmist einhergehenden Probleme zu vermeiden, hat der Landwirt zwei Möglichkeiten :

- organisches, gut strukturiertes, kohlenstoffreiches Material, wie zum Beispiel Mist aus einem Reitstall in Mieten legen und anschließend mit dem Weichmist überschütten und anschließend mit dem Kompost-Umsetzer bearbeiten. Der Kompost-Umsetzer vermischt und homogenisiert die beiden Stoffe sehr intensiv. Wenn die für die Kompostierung richtigen Mischungssanteile zusammengebracht werden, verläuft die Kompostierung sehr gut.

- organisches, gut saugfähiges, kohlenstoffreiches Material, wie zum Beispiel gehäckselte Grünabfälle oder Zellulose-Faser in die Laufgänge mit Schiebereinsatz streuen (10 – 15 cm dicke Schicht). Je nach Tierart muss nach 1 bis 2 Wochen die Einstreu entfernt werden.



## Die Kompostierungsarbeiten

21



Die Kompostierung auf Mieten kann auf dem Bauernhof in zwei verschiedenen Formen realisiert werden, stationär mit einer älteren Technik oder in der neueren Form mit dem Kompost- Umsetzer, der insbesondere

für große Betriebe, Gerätenutzungsgenossenschaften (CUMA) und Lohnunternehmer von Interesse ist.





## 1. Klassische, stationäre Kompostbereitung

Bei diesem System wird der Strohmist auf einen klassischen Streuer geladen, der stationär arbeitet. Mit dem Durchgang durch die Verteilwalzen wird sowohl die Miete aufgesetzt als auch gleichzeitig für reichlich Sauerstoffzufuhr gesorgt. Auf diese Weise entstehen längliche, dreieckförmige Haufen von ungefähr 1,50 m Höhe und 2,50 m Breite an der Basis. Die Leistung dieses Verfahrens liegt bei ungefähr 48 m<sup>3</sup>/h. Es gibt mehrere Hersteller, die spezielle Aufsätze für diese Streuer anbieten. Dabei ist es sehr wichtig, dass eine korrekte Form des Haufens erreicht wird.

Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt darin, dass sie auf jedem Betrieb durchführbar ist und einen Kompost von zufriedenstellender Qualität produziert. Die Technik benötigt einen hohen Zeitaufwand und führt zu einem starken Verschleiß der Maschinen. Ein späteres Aufnehmen der Mieten für ein zweites Umsetzen ist mit diesem Material, aus Kostengründen nicht umsetzbar. In starken Frostperioden wird das direkte Laden des Mistes aus dem Stall auf den Miststreuer unterbrochen, dann ist eine Zwischenlagerung erforderlich.

Einige Hersteller haben einen Tellerstreuer entwickelt, bei dem der hintere Teil abnehmbar ist, um so die Walzen (Horizontalachse) freizumachen, was eine klassische Kompostbereitung ermöglicht.



## 2. Kompostbereitung mit dem Kompost-Umsetzer

Mit einem Anhänger werden zwei bis drei Ladungen Mist abgelegt. Dahinter wird ein gewisser Freiraum benötigt, ehe wieder zwei bis drei Ladungen abgelegt werden. Der Kompost-Umsetzer übersteigt und durchfährt die Mieten. Der Freiraum ist notwendig um den in der Breite überschüssigen Mist hineinzudrücken und eine für den Umsetzer ideale Mietenbreite von 4 bis 5 m zu erreichen. Dabei durchläuft ein waagerechter Rotor den Haufen, um den Strohmist zu zerkleinern und zu belüften. Die Zunahme des Volumens ist

beim Einsatz des Umsetzers höher, als beim Einsatz des normalen Miststreuers.

Ein belgischer Hersteller war der erste, der ein Gerät anbieten konnte, das dem Lastenheft von Agra-Ost, dem Wallonischen Zentrum für Agrarforschung (CRA-W) und einer Gruppe von Landwirten entsprach.

Der Kompost-Umsetzer wird nicht mehr wie früher durch den Haufen gezogen, sondern, dank eines hydraulischen Antriebs, durch den Haufen gedrückt. Dies ermöglicht es, den Vorkommen der Maschine präzise zu regeln und das Verstopfen der Maschine zu verhindern. Der mechanisch angetriebene Rotor



# die Kompostierungsarbeiten

hat einen Durchmesser von 1 m und ist mit kurzen Zähnen bestückt. Die Leistung dieser Maschine beträgt beim ersten Umsetzen 400 bis 500 m<sup>3</sup> pro Stunde und 500 bis 600 m<sup>3</sup> pro Stunde bei weiteren Durchgängen. Die hohe Stundenleistung dieser Geräte macht sie vor allem für Lohnunternehmer oder Landwirtschaftsvereinigungen, wie Maschinenringe oder Gerätenutzungsgenossenschaften (CUMA), interessant.

Im Gegensatz zu den stationär arbeitenden Miststreuern stellt ein zweites Umsetzen der

Mieten mit dem Kompost-Umsetzer kein Problem dar.

Diese Kompostierungs-Maschine empfiehlt sich, um die großen Mengen von Mist aus Stallungen, die nur einige Male im Jahr entmistet werden, zu kompostieren.

Des Weiteren wird durch die Mistkompostierung der Verschleiß der Ausbringungsmaschinen stark reduziert. Tatsächlich werden auch die aus dem Tieflaufstall herausgenommene kompakte Blöcke komplett zersetzt.



# die Verwendung von Mistkompost im Grünland und im Ackerbau

## Die Verwendung von Mistkompost im Grünland und im Ackerbau

25



### 1. Wert des kompostierten Rindermistes

Mistkompost enthält durchschnittlich pro Tonne Frischmasse, ca. 6,1 kg Gesamtstickstoff, davon 0,4 kg als Ammoniakstickstoff, 4 kg Phosphor ( $P_2O_5$ ) und 10 kg Kali ( $K_2O$ ).

Dies stellt im Jahr 2011 einen finanziellen Wert von ca. 15 € pro Tonne dar.

Phosphor und Kali im Mistkompost sind vollständig verfügbar und entsprechen den Mineraldünger-Gaben. thaltenen Stickstoffs ist stark abhängig :

# die Verwendung von Mistkompost im Grünland und im Ackerbau

Es sollte vermieden werden, die Komposthaufen zu lange lagern, denn dann drohen größere Kaliverluste (Godden und Penninckx, 1997).

Die Wirksamkeit des im Mistkompost enthaltenen Stickstoffs ist stark abhängig :

- von der ausgebrachten Dosis,
- vom Ausbringungszeitpunkt,
- von der Ackerkultur oder der Wiese, auf der die Ausbringung erfolgt,
- von den Boden- und Klimaverhältnissen.

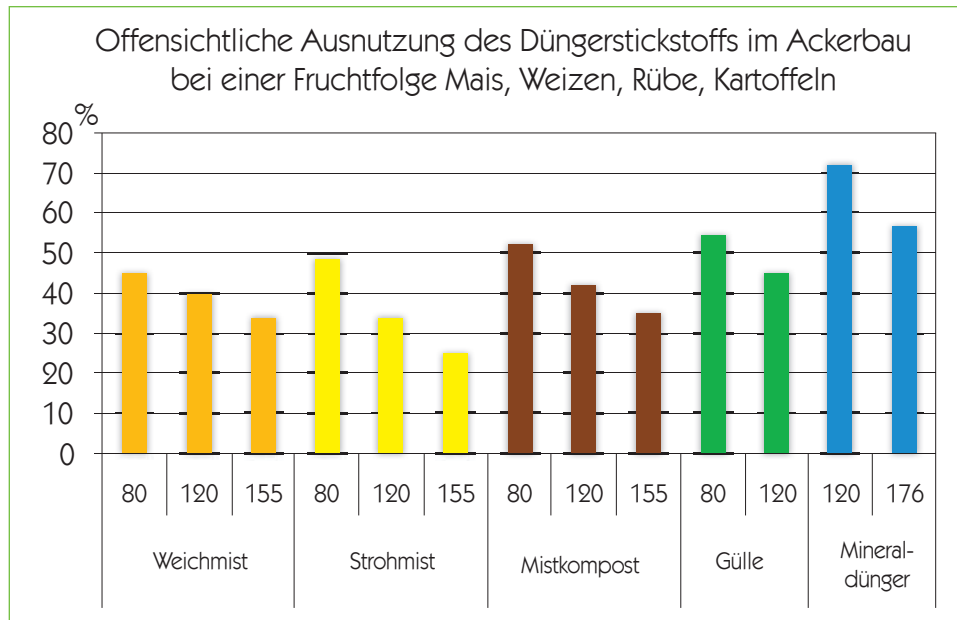
## a) die ausgebrachte Dosis

Sowohl auf Ackerflächen, als auf Grünland, nimmt die Wirksamkeit des im Mistkompost

enthaltenen Stickstoffs mit der verabreichten Dosis ab (B. Godden & al, 2011). Dies gilt übrigens für alle Wirtschaftsdünger.

Diese Abbildung zeigt wie sich die Wirksamkeit der Wirtschaftsdünger mit der verabreichten Dosis entwickelt (mittlere Düngung über 2 Jahre, + 25, 40 und 52 t/ha Mist und 35 und 55 t/ha Gülle, was einem Jahresdurchschnitt von 80, 120 und 155 kg N/ha entspricht). Die Mineraldüngereingabe erfolgt jährlich. Die beiden Düngungen sind unter optimalen Bedingungen erfolgt.

Die Nachwirkungen gleichen nicht die beobachtete Verringerung der Wirksamkeit der hohen Düngungen aus.



# die Verwendung von Mistkompost im Grünland und im Ackerbau

## **b) Der Ausbringungszeitpunkt**

Die Wirksamkeit des Stickstoffs im Mistkompost ist am größten bei der Frühjahrsdüngung. Die Düngung von Ackerflächen vor nitratfixierenden Zwischenkulturen hat nur eine schwache Stickstoffwirkung und entspricht keiner guten Praxis.

## **c) Die Boden- und Klimaverhältnisse**

Aber aufgepasst, man sollte nicht bei trockenem Wetter ausbringen, weil das die Wirksamkeit des ausgebrachten Kompostes verringert.

Der Stickstoff von Komposten liegt fast ausschließlich in organischer Form vor und wirkt deswegen nur langsam. Wegen des geringen Ammoniakgehaltes im Kompost ist nur eine schwache direkte Stickstoffwirkung zu erwarten. Der langsame Abbau führt aber dazu, dass bei regelmäßigen Gaben hohe Nachwirkungen – über die Jahre hinweg – zu verzeichnen sind. Das gilt ganz besonders für das Grünland.

## **2. Düngerwert im Grünland**

In ausschließlich beweideten Grünlandflächen werden die Bedürfnisse an P, K, Ca, Mg, Na und an Spurenelementen mit einer jährlichen Mistkompost-Gabe von 10 Tonnen pro ha gedeckt (Limbourg P., 1997).

Im «Mähweidesystem» muss die Menge erhöht werden, um die Nährstoffabfuhr von der Fläche, die mit dem Schnittgut erfolgt, auszugleichen. Die Wirksamkeit des ausgebrachten Stickstoffs beträgt im ersten Jahr ungefähr 30 %, aber dank der Anhäufung bei jährlicher Anwendung (Kumulierung) wird binnen eines Zeitraumes von zehn Jahren eine 100 %-ige N- Wirkung erreicht.

In der Mähwiese kann der Nährstoffbedarf durch Mistkompost-Gaben (30 - 40 Tonnen pro Jahr je nach Produktion) gedeckt werden. Zusätzlich ermöglicht die Kompostdüngung einen leistungsstarken qualitativ hochwertigen Pflanzenbestand zu schaffen und zu erhalten. Außerdem wird durch den höheren Humusgehalt die nutzbare Feldkapazität erhöht, es steht also mehr und länger Wasser für das Pflanzenwachstum zur Verfügung.

# die Verwendung von Mistkompost im Grünland und im Ackerbau

## a) Auswirkung auf die Bodenfruchtbarkeit

Eigenschaften der Böden nach 16 Jahren Kompostdüngung auf Weiden (P. Limbourg); bzw. nach 6 Jahren, von 1994 – 2000, auf Mähwiesen (P. Luxen)

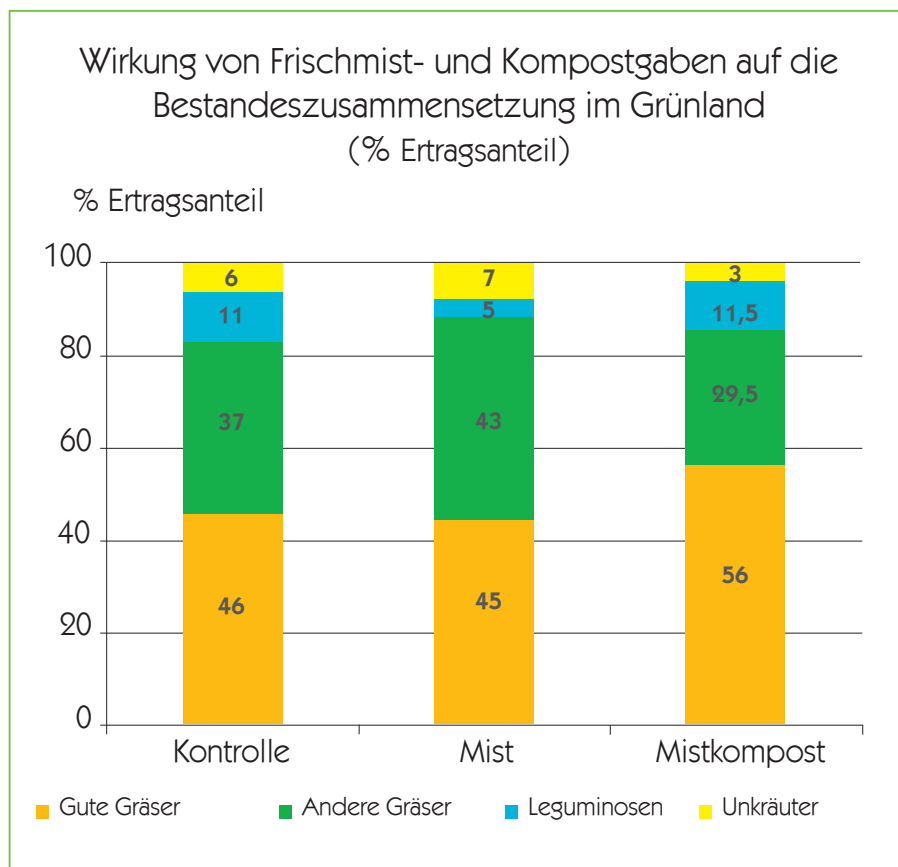
	pH Wasser	Humus	K	P
		%	(mg/100g)	(mg/100g)
<b>Weide</b>				
Kontrolle (ohne Düngung)	5,7	6,6	15,9	1,7
10 t/ha Kompost	5,9	7,3	18,3	3,9
15 t/ha Mistkompost	6,1	7,8	26,0	6,3
20 t/ha Mistkompost	6,2	8,5	28,0	10,4
Mineralische Düngung NPK (150, 100, 100)	6,1	6,9	19,6	4,1
<b>Mähwiese</b>				
Kontrolle (ohne Düngung)	6,4 (+0,2)	7,1	16	2,8
50 t/ha Mist	6,5	7,5	30	4,6
36 t/ha Mistkompost	6,5	8,4	30	4,7
Mineralische Düngung NPK ( 200,154, 206)	6,4	7,2	13	3,4

# die Verwendung von Mistkompost im Grünland und im Ackerbau

## b) Auswirkungen auf die Bestandeszusammensetzung (Luxen und Vliegen, 2010)

Die Frischmist-Düngung bewirkt einen Rückgang des Klees.

Die Düngung mit Mistkompost bringt eine deutliche Zunahme der guten Gräser, erhält die Leguminosen im Bestand und führt dementsprechend zur besseren Futterqualität.



\*Gute Gräser : Englisches Raygras (= Deutsches Weidelgras), Wiesenschwingel, Lieschgras, Wiesen- Rispengras.



# die Verwendung von Mistkompost im Grünland und im Ackerbau

## c) Anwendung in der Kombination Ackerbau - Grünland

Die Kompostierung ermöglicht eine Aufwertung der Wirtschaftsdünger, da dadurch die Ausbringung sowohl auf Ackerland, als auch auf Grünland, jeweils zum günstigsten Zeitpunkt und damit zum Zeitpunkt der besten Verwertung erfolgen kann.

## 3. Verwendung im Ackerbau

Die Düngung mit kompostiertem Stallmist im Ackerbau ist auch deshalb so interessant und verbreitet, weil diese Form der Düngung über eine ganze Anzahl von Kulturen Anwendung findet. Dazu zählen auch Kulturen, die auf Düngung mit Frischmist unter Umständen empfindlich reagieren. Dies macht die La-



# die Verwendung von Mistkompost im Grünland und im Ackerbau

gerung des Mistes am Feldrand vom Ende des Winters bis zum Herbst überflüssig und grenzt so die durch die Lagerung entstehenden Verluste ein.

Durch den Einsatz von Kompost kann bei den im Frühjahr angelegten Ackerkulturen (Rüben, Mais, Kartoffeln) auf das Ausbringen von Mist vor der Winterfurche verzichtet werden. Dieser ist nämlich der Auswaschung durch Regen während der Wintermonate ausgesetzt. Die daraus resultierenden Verluste bilden nicht nur ein Umweltverschmutzungsrisiko im Moment der Grundwasserneubildung sondern verringern auch den Düngewert des Mistes.

Die Ausbringung im Frühjahr ist der Herbstausbringung vorzuziehen. Das ist aber häufig mit Frischmist kaum möglich. Der Kompost ist als leichteres, gut krümeliges und weitestgehend homogenes Produkt wesentlich einfacher auszubringen. Zudem ist er weitgehend frei von Unkrautsamen und Krankheitskeimen. So kann bei der Kartoffel der Kartoffelschorf

verhindert werden. Auch die Gefahr, dass puffige Böden entstehen, ist mit einem späten Ausbringen von Frischmist durchaus reell, dagegen mit Mistkompost gleich null. Dies führt also zu einer besseren Verwertung der Nährstoffe des Kompostes.

Im Jahr der Ausbringung wird der kompostierte Mist von den Kulturen mit einer längeren Wachstumszeit in den Herbst hinein, wie bei Rüben oder Mais, besser verwertet, da die mineralisierten Nährstoffe über einen langen Zeitraum von diesen Kulturen aufgenommen werden können. Für die Folgekulturen des zweiten Jahres sind auch noch deutliche Nachwirkungen verfügbar. Dabei werden regelmäßige, d.h. jährliche oder zweijährige kleinere Gaben besser verwertet als seltenere, aber dafür kräftigere, die ehemals von der Gesetzgebung verboten sind. Der Reststickstoff ist nicht verloren. So schätzt man im dritten Jahr nach der Ausbringung die N-Nachlieferung auf 15% der ausgebrachten

## Wirkung des Rindermist-Stickstoffs nach Ausbringungszeitpunkt

Werte für Zuckerrüben und Mais (Gabe von > 30 t/ha)

	Herbstaubringung	Frühjahrsausbringung
Erstes Jahr	30 %	45 %
Zweites Jahr	10 %	10 %
Drittes Jahr	5 %	5 %



# die Verwendung von Mistkompost im Grünland und im Ackerbau

Gesamt-N-Menge. Dazu kommt, durch die Einbindung von Stickstoff im Humus, eine Langzeitwirkung in Form einer erhöhten Bodenfruchtbarkeit.

Zweijährige Gaben von 25 – 30 Tonnen pro Hektar reichen aus, um den Pflanzenbedarf an Phosphor und Kali zu decken (Godden B., Luxen P. und Destain JP, 2007).

Im Süden von Maas und Samber fallen die Mineralisierungen im ersten und zweiten Jahr etwas schwächer aus ; die Nachwirkungen sind proportional gesehen beachtlicher.

Durch die Aufteilung der Gaben auf die gesamten Ackerflächen vermeidet man eine Überdüngung und eine Umweltbelastung in Form des Nitrataustrages, wie es oft bei sehr hohen Einzelgaben z. B. bei Mais geschieht.

Die Aufteilung der Düngungsmaßnahmen über weite Teile der Vegetationszeit ermöglicht eine Verkürzung der Lagerzeit der Miste auf dem Feld und eine geringere Lagerfläche. Die Miste, die im Februar aus den Ställen gefahren werden, können nach der Kompostierung im April oder Mai auf die gepflügten Äcker für Sommerungen (Rüben, Mais, Kartoffeln) ausgebracht werden oder auf Weiden.

## 4. VALOR

Um die bestmögliche Nutzung der organischen Wirtschaftsdünger (Mistkompost inklusive) zu gewährleisten und dies im Rahmen eines globalen Düngungskonzepts, haben Agra-Ost und CRA-W mit Hilfe der operativen Generaldirektion der Landwirtschaft, der Naturschätze und der Umwelt des Öffentlichen Dienstes der Wallonie die Software VALOR entwickelt (<http://cra.wallonie.be/valor>).

Zwei Bedingungen müssen erfüllt werden, um die organischen Wirtschaftsdünger bestmöglich zu nutzen:

- die tatsächlich im Betrieb erzeugten organischen Wirtschaftsdünger möglichst genau ermitteln; dies macht auch später die Daten bezüglich der tatsächlich ausgebrachten Mengen zuverlässiger.
- eine agronomisch effiziente Verteilung der verschiedenen Hofdünger auf die bewirtschafteten Parzellen festlegen.

Diese Software geht schrittweise vor :

### a) Berechnung der erzeugten organischen Wirtschaftsdünger

Anhand des Viehbestandes, der Art der Stallhaltung und der Verweilzeit der Tiere im Stall berechnet das Programm die Menge der

# die Verwendung von Mistkompost im Grünland und im Ackerbau

erzeugten Hofdünger, bestimmt deren Zusammensetzung und deren finanziellen Wert, und ermittelt die auf den Wiesen ausgebrachten Nährstoffe.

## **b) Berechnung des N -, P - und K - Bedarfs der Ackerkulturen und des Grünlandes**

Diese Berechnung erfolgt anhand der Parzellenangaben:

- die Fläche der Ackerkulturen und des Grünlandes
- der erhoffte Ertrag der Ackerkulturen (um den Austrag zu ermitteln)
- das Produktionsniveau der Wiesen, abhängig von der Präsenz von Leguminosen und der Nutzung (Schnittanzahl, Beweidungsintensität, ...)
- die Strohunterpflügung
- die Auflagen, welche die Ausbringung von organischem Wirtschaftsdünger einschränken (entlang der Wasserläufe, Wasserschutzgebiete, Agrarumweltmaßnahmen, ...)
- der Nachwirkungen vorheriger Gaben (Strohmist im Herbst, Kompost aus einem anderen Betrieb, usw.)
- usw.

Das Programm ermittelt den Bedarf jeder Parzelle für das laufende Jahr und macht einen Vergleich zwischen der Düngeempfehlung und der vorherigen Praxis möglich.

## **c) Erstellung des optimalen Ausbringungsplans für die organischen Wirtschaftsdünger (Düngeplan)**

Anhand der beiden ersten Schritte, schlägt die Software eine optimale Verteilung der verfügbaren Wirtschaftsdünger vor : «Welcher Hofdünger auf welche Wiese oder auf welchen Acker, welche Dosis zu welchem Zeitpunkt.»

Valor berücksichtigt dabei nicht nur bestehende Auflagen und Nutzungseinschränkungen sondern auch wirtschaftliche und agronomische Ziele.

Die Wirksamkeit des Stickstoffs der organischen Wirtschaftsdünger hängt sehr stark von der Kultur (oder dem Grünland) ab, und für eine Kultur von der Dosis, dem Ausbringungszeitpunkt und den Boden- und Witterungsbedingungen.

## **d) Ermittlung des möglichen Gewinns durch die Anwendung der Düngeempfehlung**

Eine zusammenfassende Tabelle zeigt wieviel Stickstoff, Phosphor und Kali durch den Düngeplan gewonnen werden kann, sowie den daraus resultierenden finanziellen Gewinn.

Die Abbildung zeigt den Gewinn für einen Betrieb aus dem Condroz.

Betrieb mit 197 GVE, davon 150 Milchkühe, und 123 ha : 32 ha Acker, davon 22 ha Mais und 91 ha Grünland

# die Verwendung von Mistkompost im Grünland und im Ackerbau

**VALOR : Möglicher direkter Gewinn durch eine optimale Verwaltung der Hofdünger**

	Stickstoff (N)		Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Kali (K <sub>2</sub> O)	
Bedarf des Betriebes (kg)	22.258		8.815		20.621	
Bedarf nach den empfohlenen Gaben (kg)	18.633		6.371		12.682	
Nicht ausgebracht (kg)	0		0		0	
Anteil des Düngbedarfes, der durch eine optimale Verteilung der Hofdünger gedeckt werden kann (kg und %)	3.625	16 %	2.444	28 %	7.939	39 %
Finanzieller Wert dieses Anteils (€)	3.625		2.199		4.525	
Finanzieller Gesamtwert dieses Anteils (€)					<b>10.349</b>	
Eingesparte Menge der Nährstoffe im Vergleich zu der aktuellen Ausbringungspraxis (kg)	2.045		318		2.469	
Finanzieller Gewinn im Vergleich zu der aktuellen Ausbringungspraxis (€)	2.045		286		1.407	
Total (€)					<b>3.738</b>	

## Was kostet die Mistkompostierung ?

35

Im Rahmen eines Projektes, das durch die Generaldirektion der Landwirtschaft des Öffentlichen Dienstes der Wallonischen Region und der Europäischen Union finanziert wurde, hat die Abteilung Agrartechnik vom Wallonischen Zentrum für Agrarforschung die Kosten der Mistkompostierung errechnet. Diese Kosten wurden nach neuen Messungen, die hauptsächlich mit Miststreuern durchgeführt wurden, und anhand von aktualisierten Preisen mit der Software MECACOST (<http://mecacost.cra.wallonie.be>) berechnet.

### Einige Vorbemerkungen

In der nachfolgenden Tabelle handelt es sich um Daten, die einem Betrieb mit 150 GVE und einer jährlichen Produktion von rund 1500 m<sup>3</sup> Frischmist entsprechen. Der Landwirt besitzt einen 14 - 16 t Streuer, der mit stehenden Walzen ausgestattet ist.

Als Arbeitskosten des Landwirten wurden 20 €/ha berechnet, da die Zeit für das Umsetzen, den Transport und das Ausbringen auch für andere im Betrieb anfallende Arbeiten genutzt werden könnte. Zudem beinhalten die Lohnunternehmerkosten die Arbeitskosten, was einen Vergleich ermöglicht.

Da die Kompostierung im Feld durchgeführt wird, sind die Kosten der Stallentmistung in allen Fällen die gleiche ; sie wurden in dieser Rechnung folglich nicht berücksichtigt.

Bei jedem Szenario wurde die Gesamtheit des Mistes mit der beschriebenen Methode behandelt. In der Praxis wird der Landwirt im Laufe des Jahres verschiedene Verfahren anwenden.

# was kostet die Mistkompostierung ?

## In Betracht gezogene Szenarien

1. Der Landwirt bringt den Mist direkt aus.
2. Der Landwirt lagert den Mist am Feldrand und bringt ihn später aus.
3. Der Landwirt belüftet den Mist, indem er ihn durch seinen stationär arbeitenden Streuer laufen lässt und bringt ihn anschließend aus.
4. Der Landwirt beauftragt einen Lohnunternehmer, den Mist mit einem selbst angetriebenen Kompost-Umsetzer (5 m) zu kompostieren ; er bringt den Kompost mit seinem eigenen Miststreuer aus.
5. Der Landwirt beauftragt einen Lohnunternehmer, erst den Mist mit einem selbst angetriebenen Kompost-Umsetzer (5 m) zu kompostieren und dann den Kompost mit einem Tellerstreuer auszubringen.

### Kostenvergleich der verschiedenen Szenarien (in €)

Szenario	Ausgebrachter Dünger	Lagerung	Umsetzen	Aufladen	Ausbringen	Gesamtkosten	Kosten pro m³ Frischmist
N°1	Frischmist				7.383	7.383	4,92
N°2	Fermentierter Mist	3.921		784	5.736	10.441	6,96
N°3	Kompostierter Mist		4.580	560	2.748	7.888	5,26
N°4	Kompostierter Mist	3.921	575	448	4.085	9.029	6,02
N°5	Kompostierter Mist	3.921	575		2.250	6.746	4,50

# was kostet die Mistkompostierung ?

**Aus dieser Tabelle können folgende Schlüsse gezogen werden :**

- Die Kosten für Kompostierung/Ausbringung durch den Landwirten (3) sind in etwa gleich mit den Kosten für das direkte Ausbringen des Frischmistes durch den Landwirten (1). Sie liegen auch unter den Ausbringungskosten des erst am Feldrand gelagerten Mistes (2). Zudem hat man den Vorteil über ein qualitativ besseres und polyvalentes Produkt zu verfügen. Es ist noch anzumerken, dass die Kosten der Direktausbringung noch niedriger liegen können, wenn die Arbeiten von einem Lohnunternehmen durchgeführt werden. Welche Kosten schließlich anfallen, hängt stark von der Zugänglichkeit der Gebäude und der Entfernung der Parzellen ab.
- Der Miststreuer scheint bei der Nutzung ein teures Gerät zu sein, was einen Kauf durch einen einzelnen Landwirten immer weniger rechtfertigt. Steigt die auszubringende Menge, ist der dafür nötige Zeitaufwand bedeutend, und dies kann zu Probleme bei der Organisation der Feldarbeit führen.
- Die Hilfe des Lohnunternehmers, sowohl zum Umsetzen der Mieten, als auch für die Ausbringung mit Tellerstreuer in Anspruch zu nehmen (5), erweist sich als kostengünstigste Lösung. Um den Nutzen dieser Vorgehensweise noch zu steigern, ist es

notwendig die dadurch eingesparte eigene Arbeitszeit in anderen Wirtschaftsbereichen sinnvoll zu verwerten.

- Der Einsatz eines Kompost-Umsetzers macht nur für Lohnunternehmen oder für einen Zusammenschluss von Landwirten (z.B. als Maschinenring) Sinn, da so die Auslastung der Maschine gesteigert und die Betriebskosten gesenkt werden kann. Die Hilfe des Lohnunternehmers ist für den Landwirten jedoch erst dann interessant, wenn die Mistmenge so groß ist, dass die Fixkosten des Lohnunternehmers (Anfahrt, ...) nicht mehr so stark ins Gewicht fallen.
- Bei einer Kompostierung im Betrieb sinken die Transport- und Ausbringungskosten wegen der Verringerung des Volumens beim Kompostieren.



## Schlussfolgerung

Der Mistkompost ist ein stabilisiertes und homogenes Produkt ; seine Struktur ist krümelig, was seine Verteilung erleichtert. Sowohl vom Aussehen her als auch von den Eigenschaften handelt es sich um ein anderes Produkt als der Ausgangs-Strohmist.

Die Nährstoffverluste sind sowohl bei der Lagerung als auch bei der Ausbringung sehr gering. Der Kompost ist frei von Unkrautsamen und Krankheitskeimen; er verhindert das Verunkrauten der Äcker und Wiesen. Bei seiner Ausbringung verbreitet der Kompost keinen unangenehmen Geruch, was für die Nachbarschaft von Vorteil ist.

Die Kompostierungspraxis von Mist mit genügendem Strohanteil bietet eine exzellente Verwertung sowohl der tierischen Ausscheidungen als auch anderer organischer Stoffe, die auf dem Bauernhof produziert werden. Sie ermöglicht es die im Betrieb an-

fallenden Wirtschaftsdünger zum günstigsten Zeitpunkt und in optimaler Dosis auf die Gesamtheit der Äcker und Grünlandflächen auszubringen. Durch die Verminderung der Umweltbelastung werden die Interessen der Landwirte und des Umweltschutzes in Einklang gebracht. Dank der heute zur Verfügung stehenden Technik gibt es keine praktischen Schwierigkeiten bei der Herstellung des Kompostes und seiner Ausbringung.

Schließlich verhindert der Kompost dank seiner besseren Verteilung auf der Fläche und in der Vegetationszeit die Überdüngung und ermöglicht eine bessere Verwertung der Nährstoffe der Wirtschaftsdünger.





## Literaturverzeichnis

ACTA/ADEME, (1998) «Le compostage à la ferme des effluents d'élevage : faisabilité technique et valorisation agronomique», ACTA éd., Paris.

GODDEN B., COUPLET P., VANATORU T., AARAB T., DESTAIN J.P., DOUMONT B., FREDERICK J., LOIS J-C., REUTER V. et LEGRAND G., (2005) «Valorisation des engrais de ferme en cultures en rotation: quelles efficacité? quels arrière effets?», in «Le Betteravier», n° 419 (9-2005), pp 7-9.

GODDEN B. et PENNINCKX M. (1997) «Management of farmyard manure composting is important to maintain sustainability in organic farming». In Ressource Use in Organic Farming Proceeding of the third ENOW Workshop pp 225-232

GODDEN B., DESTAIN J.P. and LUXEN P. (2007) «Efficiency and recovery of different cattle manure applied on arable crops in rotation». Proceedings of the 16 th International CIEC Symposium «Mineral versus organic fertilizers: conflict or synergism» pp 229-234.

GODDEN B., LUXEN P., OGER R., MARTIN E. et DESTAIN J.P. (2011) VALOR\* un logiciel pour l'optimisation des engrais de ferme à l'échelle de l'exploitation et de la parcelle dans Livre Blanc «Céréales» ULg-Gembloux Agro-Bio Tech et CRA-W Gembloux – Février 2011 pp 9/19-28.

LUXEN P. et VLIEGEN T. ( 2010) «Valorisation de matières organiques en prairie de fauche (GUMIKO): rapport de synthèse 1993-2001», 97 p.

LIMBOURG P., (1992) «Une Alternative intéressante à la fumure minérale sur prairie: l'apport de fumier composté», in « Fourrages», numéro hors série, «L'extensification en production fourragère», pp. 100 101.

LIMBOURG P. (1998) «Utilisation du compost sur les prairies pâturées», in «Fourrages Actualités», CRA-W éd., Libramont, pp. 38-43.

LECLERCQ B., (2001) «Guide des matières organiques», tomes 1 et 2, 2e édition, ITAB éd., Paris.

RABIER F., MISERQUE O. (2009) «Le coût des tracteurs et machines agricoles sur internet» dans le Livre Blanc «Céréales» ULg-Gembloux Agro-Bio Tech et CRA-W Gembloux – Février 2009 pp 10/16-22.

## Links

<http://www.AGRAOST.be>  
<http://cra.wallonie.be/valor/>  
<http://mecacost.cra.wallonie.be/>

Valor und Mecacost sind frei zugängliche Programme.

## Haben zur Erstellung dieser Broschüre beigetragen

**Marc THIRION**

**Direktion der ländlichen Entwicklung  
Gruppe «Landwirtschaft - Umwelt - Natur»**

Avenue Prince de Liège 7

5100 Jambes

T. : 081/33.64.95

Handy : 0474/740.149

@ : marc.c.thirion@spw.wallonie.be

**Pierre LUXEN**

**Agra-Ost**

Klosterstrasse 38

4780 St-Vith

T. : 080 / 22.78.96

@ : agraost@skynet.be

**Bernard GODDEN**

**Agra-Ost**

C/o CRA-W

Bâtiment A. Petermann

Rue du Bordia 4

5030 Gembloux

T. : 081 / 62.50.19 Handy : 0498 / 73.31.78

@ : b.godden@cra.wallonie.be

**Didier STILMANT**

**CRA-W - Abteilung Erzeugnisse und land-  
wirtschaftliche Systeme**

Rue du Serpont 100

6800 Libramont

T. : 061 / 23.10.10

@ : stilmant@cra.wallonie.be

**Fabienne RABIER**

**CRA-W - Abteilung Agrartechnik**

Bâtiment Francini

Chaussée de Namur 146

5030 Gembloux

T. : 081 / 62.71.69

@ : rabier@cra.wallonie.be



ÖDW | Veröffentlichungen  
Methodische Leitfäden

Verantwortlicher Herausgeber : José Renard  
Generaldirektion der Landwirtschaft, der Naturschätze und der Umwelt  
Chaussée de Louvain, 14  
5000 Namür

Operative Generaldirektion Landwirtschaft, Naturschätze und Umwelt  
Gesetzlich angeordnete Hinterlegung: : D/2013/11802/39

Grüne Nummer : 0800 11 902  
[www.wallonie.be](http://www.wallonie.be)