

Düngewirksamkeit von Pferdemist

Joachim Raupp¹, Martin Elsässer²

Nicht in jedem Fall ist die moderne Pferdehaltung in einen landwirtschaftlichen Betrieb eingebunden, der über genügend Landwirtschaftliche Nutzfläche verfügt, um den anfallenden Mist aufzunehmen. Hin und wieder fehlt auch das spezielle Wissen für die optimale Aufbereitung von Pferdemist, um eine bestmögliche Wirkung damit zu erzielen - oder es fehlt einfach eine gewisse Wertschätzung für die Rückführung von organischer Substanz und Nährstoffen zum Boden. Der vorliegende Beitrag gibt Pferdehaltern Anregungen und beantwortet einige häufig gestellte Fragen. Welche Form der Aufbereitung ist vorteilhaft? Kommt es auf die Zusammensetzung des Mistes, z.B. auf die Einstreu an? Was ist bei der Ausbringung von Pferdemist auf Grünland, speziell auf Weiden zu beachten?

Man sollte Nährstoffgehalte und Nährstoffmengen kennen

Wie bei den anderen Tierarten, so schwanken auch bei Pferden die Nährstoffgehalte im Mist sehr stark je nach Haltungform, Fütterung, Alter und der Dauer und Art der Lagerung des Mistes und weiteren Faktoren. Mittelwerte können daher nur eine grobe Orientierung geben, sind aber für allgemeine Berechnungen wichtig. Der Stickstoffgehalt in Pferdemist liegt im Mittel bei 0,57% der Frischsubstanz und damit fast auf gleicher Höhe wie in Rindermist (0,6% FS). Die Phosphor-, Kalzium- und Magnesiumgehalte sind allerdings in Pferdemist etwas niedriger als in Rindermist. Dafür enthält Pferdemist mehr Kalium. Hervorzuheben ist weiter der niedrige Ammoniumgehalt in Pferdemist. Dies deutet auf eine langsame Zersetzung dieser Mistart hin, da es den Mikroorganismen an leicht verfügbarem Stickstoff fehlen kann.

Im allgemeinen kann man von einer Großvieheinheit (GV), also einem Pferd von 550 kg Lebendgewicht mit einer Mistmenge (tierische Ausscheidungen plus Einstreu) von 110 dt pro Jahr rechnen. Wenn man mittlere Gehalte zugrunde legt, liefern 100 dt Pferdemist immerhin 57 kg Stickstoff (N_t), 34 kg Phosphor (P_2O_5) und 97 kg Kalium (K_2O) (Tab. 1). Bei der Stickstoffmenge sind bereits 25% Lagerverluste berücksichtigt. Für die gesamte Nährstoffausscheidung pro Jahr gibt Tabelle 1 weitere Beispiele für ein jüngeres (leichteres) oder älteres (schwereres) Pferd, für ein Pferd in der Aufzuchtphase und für eine Stute mit Fohlen.

Die Daten zur Nährstoffausscheidung machen deutlich, dass Pferdemist als Düngemittel einen wichtigen Beitrag zur Nährstoffversorgung von Kulturpflanzen leisten kann. Optimal nutzbar werden diese Nährstoffe aber erst bei geeigneter Aufbereitung und Ausbringung des Mistes, wobei darauf zu achten ist, dass Nährstoffverluste möglichst gering gehalten werden.

¹ Dr. Joachim Raupp, agric-science.org, Groß-Gerau

² Prof. Dr. Martin Elsässer, Landw. Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Aulendorf

Tab. 1: Nährstoffmengen in Pferdemist (bei 25% TS)

	N (kg)	P ₂ O ₅ (kg)	K ₂ O (kg)
in 100 dt Mist (inkl. Lagerverlust für N)	57	34	97
Nährstoffausscheidung pro Jahr:			
200 kg Lebendgewicht	32	13	35
450 kg Lebendgewicht	68	32	61
Pferd, Aufzucht 5-36 Mon.	56	25	50
Stute mit Fohlen	86	37	88

(Zit. b. Elsässer, 1999)

Mistdüngung wirkt positiv

Aus der landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Praxis sowie aus entsprechenden Versuchen gibt es eine Vielzahl von Beobachtungen, Erfahrungen und Ergebnissen über die positiven Wirkungen von Stallmist verschiedener Tierarten auf Böden und Pflanzenwachstum unter recht verschiedenen Betriebs- und Standortbedingungen. Demnach kann man die Effekte der Mistdüngung vor allem auf drei Funktionen zurück führen:

- **Nährstoffrecycling:** Die in den tierischen Ausscheidungen und im Einstreumaterial enthaltenen Nährstoffe werden in die Böden zurück gebracht und bleiben somit den Bodenorganismen und Kulturpflanzen erhalten. Dies ist nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern senkt außerdem die Ausgaben für organische und/oder mineralische Handelsdünger.
- **Humusersatz:** Als organische Substanz dient Stallmist den Bodenorganismen als Nahrungsquelle, bei deren Verarbeitung Stoffe entstehen, aus denen langfristig Humus gebildet wird. Da Humus im Boden im allgemeinen einem fort dauernden Abbau unterliegt, kann der Humusspiegel im Boden nur dann über viele Jahre konstant gehalten werden, wenn man dem Boden regelmäßig geeignete organische Masse zuführt. Eine Reihe von Ackerbauversuchen hat gezeigt, dass Stallmist in der humuserhaltenden Wirkung anderen Düngern (z.B. Gründüngung, alleinige Stroh- oder Mineraldüngung) überlegen ist.
- **Förderung des Bodenlebens:** Die Menge und Aktivität der Bodenmikroorganismen und anderer Bodentiere wird durch regelmäßige Zufuhr von Stallmist oder anderer, geeigneter, organischer Dünger gesteigert. Bodenmikroorganismen und ihre Leistungen spielen eine wichtige Rolle unter anderem bei der Verarbeitung von Wurzel- und Ernterückständen und bei der kurzfristigen Nährstoffnachlieferung des Bodens.

Diese Faktoren sind eine wichtige Grundlage für die langfristige Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, zu der die Stallmistdüngung einen wesentlichen Beitrag leistet. Zusätzlich hat die Mistgabe zu Grünland noch einen besonderen Effekt:

- **Frostschutz:** Wenn die Pflanzen von einem dünnen Mistschleier bedeckt

werden, sind sie besser vor Frosteinwirkung geschützt als kahle Bestände. Gleichzeitig schützt der Mist die Pflanzen vor Verbiss.

Kompostierung verbessert den Mist

Damit die positiven Wirkungen von Stallmist möglichst weitgehend erreicht werden, sollte der Ausbringung des Mistes eine gezielte Aufbereitung des Materials in Form einer Kompostierung voraus gehen. Unter Kompostierung versteht man die aerobe Rotte organischer Substanz, also deren Abbau unter Zutritt von Luft (Sauerstoff). Dieser Prozess erfordert bestimmte Rahmenbedingungen, zeigt einen ähnlichen, charakteristischen Verlauf bei fast allen organischen Materialien und führt zu einem typischen, meist wohlriechenden Endprodukt (Kompost), welches sich in seiner Beschaffenheit und seiner Düngewirkung in der Regel vom Ausgangsmaterial unterscheidet.

Mit der Kompostierung verfolgt man im wesentlichen drei Ziele:

- **verbesserte Nährstoff- und Humuswirkung:** Während der Kompostierung durchläuft der Mist eine Art Vorverdauung. Das Material wird mürbe, seine Bindefähigkeit für Nährstoffe nimmt zu. Es entstehen Humusstoffe.
- **Reduzierung von Nährstoffverlusten:** Dass es während der Kompostierung zu Nährstoffverlusten kommt, ist unvermeidbar. Aber durch eine gezielte Steuerung der Rottebedingungen (siehe nächstes Kapitel) kann man sie auf ein Ausmaß vermindern, welches für die Nährstoffbilanz des Betriebes und die Umwelt erträglich ist.
- **Hygienisierung des Ausgangsmaterials:** Während der Kompostierung entstehen im Rottegut Temperaturen von 60-70 °C (oder höher). Dabei werden Krankheitskeime und manche Unkrautsamen abgetötet.

Bedingungen für die Mist-Kompostierung optimieren

Eine Art Verrottung fände sicher auch dann statt, wenn man den Mist irgendwo auf einen Haufen ablegte und ihn sich selbst überließe. Dabei handelte es sich jedoch nicht um Kompostierung im Sinne einer gezielten Aufbereitung. Die Kompostierung kann nur optimal ablaufen, wenn die Bedingungen möglichst gut eingerichtet werden und zwar von Anfang an beginnend mit der Zusammensetzung des Ausgangsmaterials. Anzustreben sind ein Feuchtegehalt von 60% (d.h. max. 40% Trockensubstanz) und ein Kohlenstoff:Stickstoff-Verhältnis (C:N) von ca. 25:1. Pferdemist ist in dieser Hinsicht häufig nicht das ideale Substrat, er ist oft trockener und hat ein weiteres C:N-Verhältnis, ist also Stickstoff-ärmer und damit schwerer abbaubar. Falls erforderlich, kann man den Feuchtegehalt durch vorsichtiges und vor allem gleichmäßiges Wässern anheben. Das C:N-Verhältnis wird enger (und damit besser), wenn man versucht, mit weniger Einstreu auszukommen, sofern dies den Komfort der Pferde nicht zu stark einschränkt. Oder man streut mit anderem Material ein. So ist z.B. Mist mit Stroh in der Regel leichter kompostierbar als mit Sägemehl. In der Fähigkeit, Feuchtigkeit aufzunehmen, sind gehäckseltes Stroh und Sägemehl ungefähr gleich gut (Tab. 2).

Schließlich sollte das Ausgangsmaterial beim Aufsetzen gleichmäßig gemischt sein, so gut wie das bei Mist eben möglich ist. Es ist normalerweise ausreichend, wenn

man die Miete mit dem Miststreuer aufsetzt.

Tab. 2: Aufsaugvermögen von Einstreumaterialien (in % des Eigengewichtes)

Material	lang	gehäckselt
Winterweizenstroh	220 - 240 %	
Winterroggenstroh	220 - 240 %	
Haferstroh	290 %	
Getreidestroh		330 - 500 %
Maisstroh		300 - 400 %
Sägemehl	350 - 400 %	

(zit. bei: Kunz und Elsässer, 2011)

Nicht nur für die Feuchtigkeitsaufnahme und die Zersetzbarkeit des Mistes, sondern auch für die Höhe der Stickstoffverluste während der Kompostierung spielen Art und Menge der Einstreu eine sehr wichtige Rolle. Dies hat sich bei Rindermist gezeigt, der entweder Stroh oder Torf oder Holzspäne als Einstreu enthielt. Obwohl alle drei Mist-Varianten zu Beginn der Rotte etwa das gleiche C:N-Verhältnis von 18:1 hatten, wurde beim Stroh-Mist der geringste Stickstoff-Verlust von 36% des anfänglichen N-Gehaltes festgestellt; den größten N-Verlust von 53% hatte der Mist mit Holzspänen, und der Mist mit Torf-Einstreu lag mit 43% dazwischen (Tab. 3). Stroh ist also auch in dieser Hinsicht als Einstreumaterial sehr gut geeignet.

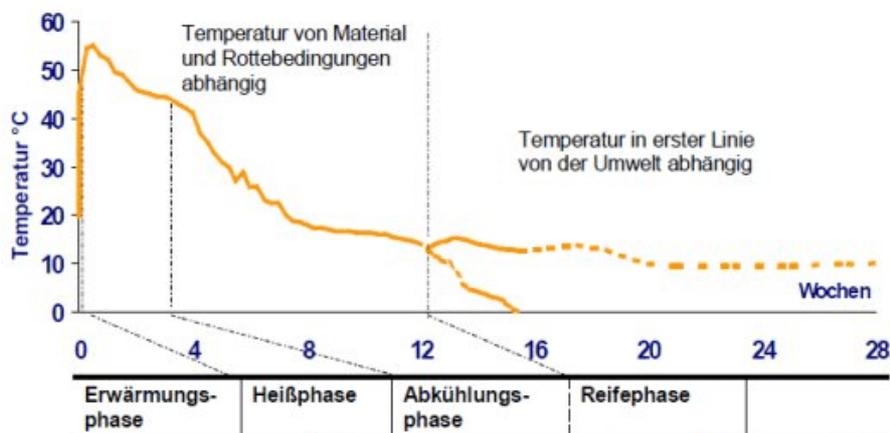
Tab. 3: Stickstoffverluste während der Mistrotte bei verschiedenem Einstreumaterial; zu Beginn der Rotte C:N = 18:1 in allen Varianten (Kirchmann, 1985)

Einstreumaterial	N-Verlust (in % N _t)
Stroh	36,1
Sphagnum-Torf	43,0
Coniferen-Holzspäne	53,4

Erfolgreiches Kompostieren setzt genügend Lagerfläche für die Mistmieten voraus. Den Flächenbedarf kann man über die Anzahl Tiere berechnen. Von 15 Pferden beispielsweise fallen pro Jahr 132 t Festmist an (bis zu 11 t pro Tier und Jahr bei mittlerer Einstreumenge). Bei einer Kompostierungsdauer von 6 Monaten muss der Betrieb 66 t Mist lagern können. Dies entspricht einem Volumen von 132 m³, wenn man eine Dichte von 0,5 t m⁻³ annimmt. Dieses Mist-Volumen benötigt eine Lagerfläche von 66 m² bei einer Stapelhöhe von 2 m. Empfehlenswert ist jedoch, eine größere Fläche einzuplanen, da der Mist normalerweise in Trapez-förmigen

Mieten kompostiert wird, die an der Oberkante schmaler sind als an der Basis. Ihr Volumen ist daher geringer als nach Grundfläche mal Stapelhöhe errechnet. Wenn man mehr Fläche zur Verfügung hat, kann die Lagerzeit auch mal etwas länger sein als 6 Monate. Dann kommt man nicht unter Zeitdruck, wenn sich die Mistausbringung z.B. wegen ungünstiger Witterung verzögern sollte. Hier sind aber unbedingt die neuen baurechtlichen Bestimmungen für Mistmieten zu beachten!

Während der Kompostierung folgt die Temperatur des Rottegutes einem typischen Verlauf, nach dem einzelne Rottephasen und ihre Prozesse unterschieden werden (Abb. 1). Es beginnt mit der **Erwärmungsphase**, die einige Stunden bis einen Tag nach dem Aufsetzen des Mistes dauert. In dieser Zeit werden leicht zersetzbare organische Stoffe (Kohlenhydrate, Eiweiß) abgebaut. Durch diese intensive Stoffwechsellätigkeit von Mikroorganismen kommt es zu einem raschen Anstieg der Temperatur. Bei etwa 45 °C beginnt die **Heißphase**, in der nur noch spezialisierte Mikroorganismen existieren können, die an die hohe Temperatur angepasst sind. Aufgrund der Hitze verdunstet Feuchtigkeit; die Mistmiete dampft. Eine wasserdichte Abdeckung (z.B. Folie) ist in der Heißphase zu unterlassen, damit die Verdunstung nicht verhindert wird. Die Heißphase dauert meist etwa 4-5 Wochen. Nur bei ungewöhnlich langer und heißer Rotte besteht die Gefahr, dass die Miete austrocknet. Dies ist regelmäßig zu kontrollieren und, falls nötig, durch vorsichtiges Wässern zu verhindern.



Phase	Was tun?	Was unterlassen?
Heißphase	<ul style="list-style-type: none"> Miete wässern, falls sie auszutrocknen droht 	<ul style="list-style-type: none"> umsetzen abdecken
Abkühlungsphase	<ul style="list-style-type: none"> Miete regendicht abdecken (z.B. Vlies, Folie) 	

Abb. 1: Temperaturverlauf, Phasen und Begleitmaßnahmen während der Kompostierung (Raupp, 2011)

In der Heißphase kommt es zur Anreicherung von Ammoniak in der Mietenluft. Diese gasförmige Stickstoffverbindung geht verloren, wenn die Luft aus der Miete entweicht. Deshalb darf der Mist keinesfalls umgesetzt werden, bevor die Heißphase beendet ist. Beim Umsetzen käme es zum vollständigen Austausch der Mietenluft.

Damit wäre der Ammoniak-Stickstoff unwiederbringlich verloren. Am gesamten Stickstoffverlust während der Kompostierung hat die Ammoniak-Ausgasung mit Abstand den größten Anteil. Erst in der nachfolgenden **Abkühlungsphase** kann der Ammoniak durch mikrobielle Aktivität wieder in Biomasse eingebunden und so vor Verlust bewahrt werden.

Die Abkühlungsphase beginnt, wenn die Temperatur wieder auf 45 °C gefallen ist und dauert ca. 2 Monate (oder etwas länger). Sie geht ohne scharfe Grenze in die **Reifephase** über. Während der Abkühlungsphase muss die Miete unbedingt gegen Niederschlag (auch Schnee) geschützt werden. Die abgesunkene Temperatur würde nicht mehr ausreichen, um eingedrungenes Wasser zu verdunsten. Mit der Zeit wäre mehr Feuchtigkeit in der Miete enthalten als das Material festhalten kann; es käme zur Sickerwasserbildung und der damit verbundenen Nährstoffauswaschung (vor allem Kalium und Nitrat). Zur Abdeckung der Miete kann man Vlies verwenden, welches noch einen gewissen Austausch an Luft und Wasserdampf mit der Umgebung ermöglicht, oder Silofolie, die absolut dicht ist.

Wenn diese Hinweise berücksichtigt werden, können Nährstoffverluste während der Stallmistkompostierung deutlich gesenkt werden, was im Interesse der Umwelt und der Landwirtschaft liegt. Zusätzlich zu unseren Hinweisen sind die gesetzlichen Bestimmungen, z.B. zum Wasserrecht und zur Festmistlagerung im Außenbereich zu beachten.

Ausbringung von Pferdemist oder Pferdemistkompost

Pferdemist oder der damit hergestellte Kompost sind kein besonders rasant wirksamer N-Dünger mit intensiver Nährstoffwirkung. Die DLG (2002) stuft die Stickstoff-Wirksamkeit kurzfristig mit 10-20% ein (Rindergülle: 30-50%) und langfristig mit 20-50% (Rindergülle: 50-70%). Aus der relativ mäßigen Mineralisation ergibt sich, dass Pferdemist keine intensive Ertragswirkung besitzt. Dies hat sich auch in Ackerbauversuchen im Vergleich zu anderen organischen Düngern gezeigt (Wendland et al., 2006). In diesem Fall blieb der Ertrag der Pferdemist-Variante mit 60 Getreideeinheiten pro Hektar auf dem Niveau der ungedüngten Kontrolle (62 GE ha⁻¹). Es wurde allerdings Pferdemist mit Sägemehl verwendet, welcher aufgrund der schwer zersetzbaren Einstreu zur N-Festlegung neigt, so dass ein Stickstoff-Ausgleich erforderlich wäre.

Der Praxistipp:

Einige allgemeine Regeln der Festmistausbringung gelten auch für Pferdemist und Pferdemistkompost:

- Die Ausbringungsmengen müssen genau festgelegt und exakt eingehalten werden. Gelegentliches Nachwiegen der Nutzlast schützt vor groben Fehlern.
- Die Ausbringung sollte zur richtigen Jahreszeit erfolgen, d.h. zum Grünland im Spätherbst (nach der letzten Nutzung) oder im zeitigen Frühjahr.
- Bei langem Stroh (oder hohem Strohanteil im Mist) ist die frühe Ausbringung, also im Spätherbst des Vorjahres, vorzuziehen.
- Die Mistausbringung sollte nicht unmittelbar vor einem Weidegang stattfinden. Kann die Ausbringung auf Weiden ganz verhindert werden, ist das zudem positiv.
- Der Miststreuer ist unbedingt gleichmäßig zu beladen.

Raupp, J. und M. Elsäßer, 2012: Ist das alles Mist oder was? Reiterjournal, 4, 140-142 und 5, 135-137

- **Aufwandmenge:** Die einzelne Gabe sollte nicht zu hoch bemessen sein, am besten bis zu 100 dt ha⁻¹.
- **Verteilgenauigkeit:** Auch mit kleinen Mengen muss eine sehr gleichmäßige Verteilung gewährleistet sein. Die Reste des Düngers im Frühjahr einzustriegeln, ist ratsam.
- **Hygiene und Mistgeruch:** Durch die hohe Temperatur in der Heißphase der Kompostierung können Parasiten im Mist deaktiviert werden. Die Veränderung des Mistes während der Kompostierung trägt außerdem dazu bei, den Mistgeruch soweit abzuschwächen, dass er die Futteraufnahme der Pferde nicht behindert.
- **direkte Parasitenbekämpfung:** Als zusätzliche Maßnahme kann man Kalkstickstoff (300 kg ha⁻¹) im zeitigen Frühjahr zum Zeitpunkt des Austriebs der Löwenzahnknospe ausbringen.

Literatur

Elsäßer, M. (1999): Pferdeweiden. Merkblätter für umweltgerechte Landwirtschaft. Landesanstalt für Pflanzenbau, Forchheim.

DLG (2002): Neff, R.; Elsäßer, M.: Grünlandmanagement. In: Praxisgerechte Pferdefütterung. Arbeiten der DLG 198, 55-72

Kirchmann, H. (1985): Losses, plant uptake and utilisation of manure nitrogen during a production cycle. Acta Agric. Scand. **24**, 7-77

Kunz, H.G. und Elsäßer, M. (2001): Pferdemit dungeoptimal aufbereiten. Pferde: Zucht und Haltung, 66-75.

Raupp, J. (Hrsg.) (2011): Reduzierung von Nährstoffverlusten während der Stallmistrotte. Faltblatt, Selbstverlag; gratis erhältlich beim Verfasser

Wendland et al. (2006), Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising, persönliche Mitteilung