



Einstreu und Mist – Herausforderungen für den Pensionsstallbetreiber

Prof. Dr. Dirk Winter
Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen

Einstreu

- Anforderung und Eignung
- Wasseraufnahmekapazität
- Ammoniakbindung
- Staubbelastung

Pferdemist

- Zusammensetzung und Menge
- Kompostierung
- Rechtliches
- Verwertungsmöglichkeiten

Fazit

Pferd

- ursprüngliches Steppentier
- großer Bedarf an Frischluft und Bewegung

Die moderne ganzjährige Boxenhaltung unterstützt überwiegend die Ansprüche der Halter!

Folgen sind Erkrankungen:

- der Atmungsorgane durch Keim- und Staubbelastung
- des Bewegungsapparates durch Bewegungsmangel

Daher u.a. Forderungen an Stallklima und insbesondere Einstreu

Anfall von großen Mengen Pferdemist

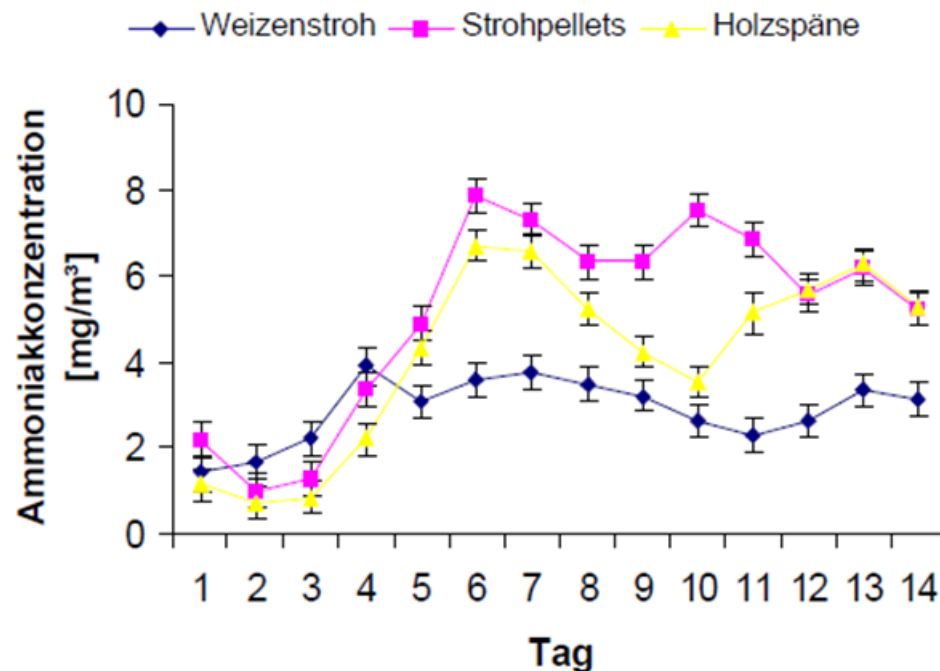
Forderung an Stallboden und Einstreu gemäß Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten

- Bodenbelag muss trittsicher und rutschfest sein
- Liegebereich muss trocken und verformbar sein
- Liegefläche sollte eingestreut sein
- Einstreumaterialien sollten gute Nässebindung aufweisen
- Einstreumaterialien müssen gesundheitlich unbedenklich sein
- Beachtung der Schadgaskonzentration insbesondere Ammoniak
- Anfallende Exkreme und nasse Einstreubereiche täglich entfernen/ersetzen
- Weiche, saugfähige Böden, um Harnabsatz zu ermöglichen
- Stroheinstreu (Langstroh) unter besonderer Berücksichtigung der Futterqualität (Raufutter)
- Haltung auf Spaltenböden ist nicht pferdegerecht

Wasseraufnahmekapazitäten verschiedener Einstreumaterialien (OS), (Winter et al. 2015)

Herstellername Einstreu	Gesamtgewicht nach 24 h Wässerung (g)	Wasseraufnahmekapazität nach 24h (%)	relativer Wasseraufnahmewert nach 24 h
innopell Strohpellets	631	531	5,31
1streu	568	468	4,68
Hippogold	529	429	4,29
Cordes Strohmehl	474	374	3,74
Weizenstroh	438	338	3,38
Allspan minispan	505	405	4,05
tierwohl ultra flips	428	328	3,28
Allspan classic	397	297	2,97
tierwohl super	369	269	2,69

Mittlere Konzentrationen an Ammoniak im Stall über 14 Tage
in Abhängigkeit von der Einstreu (FLEMING et al. 2008)



- Anstieg des NH_3 bei allen Materialien in den ersten Tagen
- Mittlere Konzentrationen bei Strohpellets und Spänen nach Tag 4 höher als bei Stroh!

Mittlere Ammoniak- (NH_3), Kohlenstoffdioxid- (CO_2), Lachgas- (N_2O) und Methankonzentration (CH_4) in Abhängigkeit von der Entmistungsvariante (Fleming, 2009)

Mittlere Gaskonzentration [mg/m^3] (14 Tage)				
Entmistungsvariante	NH_3	CO_2	N_2O	CH_4
Mistmatratze	$1,93 \pm 0,03$	$1.217,9 \pm 21,2$	$0,63 \pm 0,002$	$3,30 \pm 0,11$
komplett Ausmisten	$2,17 \pm 0,02$	$1.250,9 \pm 13,9$	$0,68 \pm 0,002$	$4,28 \pm 0,07$
tägliches Absammeln	$1,62 \pm 0,04$	$1.518,0 \pm 25,5$	$0,68 \pm 0,002$	$5,51 \pm 0,13$

- Mistmatratze (14d) erhöht die Gasbildung nicht maßgeblich!

Definition:

Mist (Stapelmist, Rottemist, Mistkompost) ist ein Gemisch aus Einstreu (Stroh, Sägemehl, Hobelspäne, Trockengärrest) sowie Kot und Harn aus der Tierhaltung

Problem der Pferdehaltung:

- keine eigenen ldw. Flächen, um Mist aufzunehmen
- Fehlendes Wissen zur Aufbereitung von Pferdemist
- Fehlende Wertschätzung für Rückführung organischer Substanz und Nährstoffe zum Boden

Einstreumengen, Mistmengen und Mistvolumen bei strengem Wechselstreuverfahren in Einzelboxen (Häussermann et al, 2002)

Einstreumaterial	Einstreumenge	Mistmenge	Mistvolumen
	kg/Pferd u.Woche	kg/Pferd u.Woche	m ³ /Pferd u.Woche
Getreidestroh	76	334	2,5
Holzgranulat	63	406	1,3
grobe Holzspäne	74	338	1,6
feine Holzspäne	37	326	1,2
Hanf	70	336	1,3

Materialbedarf und Mistanfall von Entmistungsverfahren abhängig. Als Richtwert bei Matrazeneinstreu (Getreidestroh) 7-9 kg

Durchschnittl kalkulatorischer Ansatz Mistmenge je GV (Pferd, 500kg): 11to/Jahr

Anzahl Pferde in Hessen: 69.405 (FN 2019) * 11to Mist/a = 763.455 to Mist/a

Nährstoffmengen in Pferdemist (25% TS), zit. Elsässer, 2012)

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

Nährstoffgehalte werden durch Fütterung, Alter, Dauer und Lagerung des Mistes, etc beeinflusst

Stickstoff: Ø 0,57% der Mist-Frischsubstanz (wie bei Rind)

Langsamere Zersetzung von Pferdemist, da geringere Mengen leicht verfügbarem Stickstoff

Effekte der Mistdüngung: positive auf Böden und Pflanzenwachstum

1. Nährstoffrecycling

- Nährstoffe werden in Böden zurück gebracht;
- bleiben für Bodenorganismen und Kulturpflanzen erhalten (Agrarwirtschaft und Gartenbau)
- Ökologisch sinnvoll
- Reduktion der Ausgaben für organischen Dünger, mineralische Dünger

2. Humusersatz

- Nahrungsquelle für Bodenorganismen
- Mistumwandlung langfristig zu Humus
- Humusspiegel nur konstant bei ausreichender Zufuhr organischer Masse
- Humuserhaltende Wirkung Stallmist höher als Gründüngung, Stroheintrag, Mineraldüngung

3. Förderung Bodenleben

- Menge und Aktivität Bodenmikroben durch Zufuhr Mist und organischer Dünger beeinflusst
- Menge und Aktivität Bodenmikroben wichtig z.B. bei Umwandlung von Wurzel- und Ernterückständen und Nährstoffnachlieferung des Bodens

Einfluss des Pferdemistes

- Langfristige Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit
- Frostschutzeffekt bei dünner „Schleierbedeckung“ z.B. im Grünland
- Verbisschutz bei dünner „Schleierbedeckung“
- Verbesserte Wasserbindung
- Langsame Nährstofffreisetzung

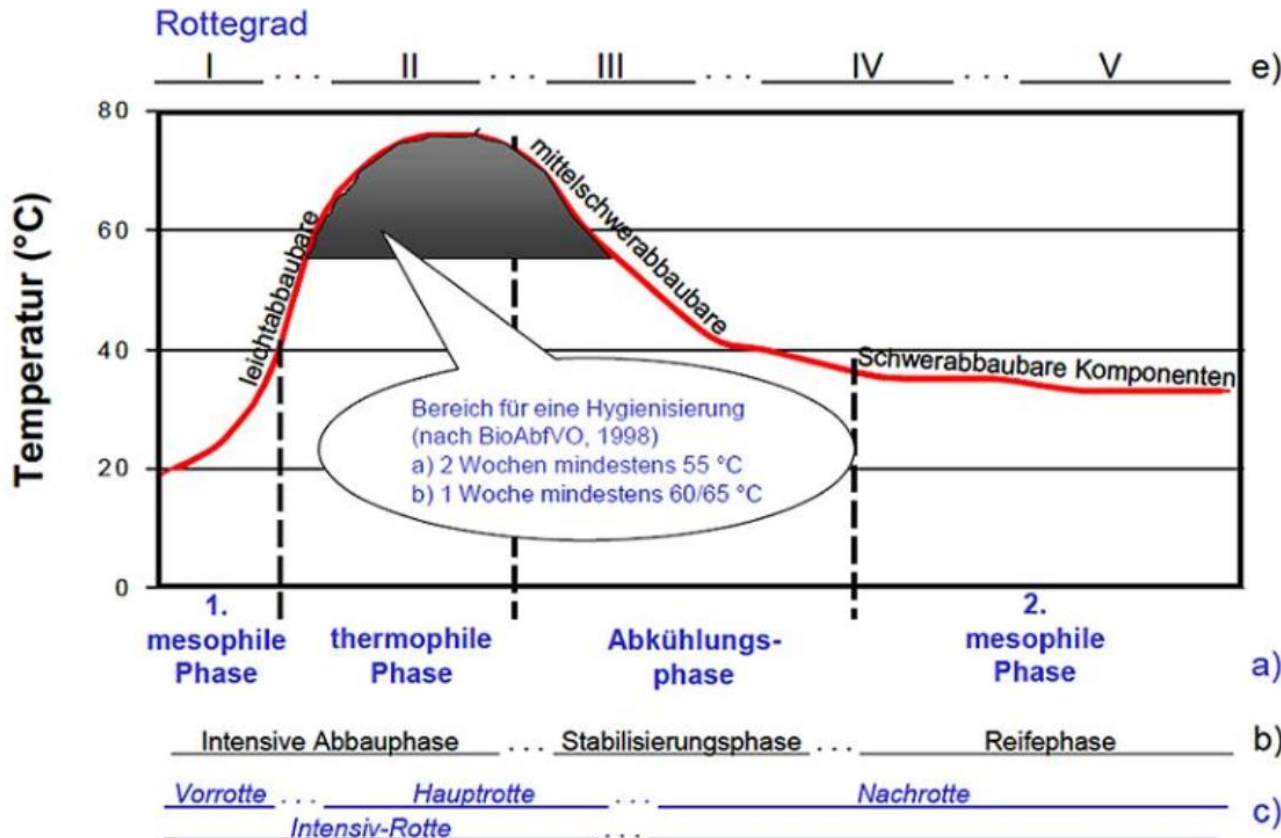
Kompostierung – Grundvoraussetzung für positive Wirkung von Stallmist

- Aerobe Rotte organischer Substanz (Abbau unter Luftzutritt)
- Charakteristischer Verlauf bei allen organischen Materialien
- Endprodukt Kompost unterscheidet sich in Beschaffenheit, Geruch und Düngewirkung vom Ausgangsmaterial

Ziele der Kompostierung:

- Verbesserte Nährstoff- und Humuswirkung: „Vorverdauung“ des Mistes, Material wird mürbe, Bindefähigkeit für Nährstoffe nimmt zu
- Entstehung von Humusstoffen: Gesamtheit der fein zersetzten organischen Substanz eines Bodens
- Reduzierung von Nährstoffverlusten durch Einsatz von Stroh als Einstreu
- Hygienisierung des Mistes: während Kompostierung im Rottegut 60-70°C - führt zur Abtötung von Krankheitskeimen und einigen Unkrautsamen

Die Phasen der Kompostierung (Körner 2008)



- Verlauf Phasen variiert von Miete zu Miete
- abhängig vom Ausgangsmaterial
- und Mietenpflege
- Abbauprozesse im Kompost wesentlich schneller als im und auf dem Boden (Heynitz 1983)
- Mittlere Kompostierdauer ca. 6 Monate

1. Phase: bis 1 Tag
2. Phase: 4-5 Wochen (kein Umsetzen, da Verlust N aus Ammoniak)
3. Phase: ca. 2 Monate (Schutz gegen Niederschlag, da keine Verdunstung; Gefahr von Nährstoffauswaschung)

Verrottung auch ohne optimierte Bedingungen, allerdings erfolgt keine Kompostierung ohne gezielte Aufbereitung des Ausgangsmaterials

Bedingungen für Kompostierung:

1. Zusammensetzung des Ausgangsmaterials

- C:N : 25:1

Nachteil Pferdemist:

1. weites C: N Verhältnis (weniger N, verzögerter Abbau)

Möglichkeit der Verbesserung:

1. Reduktion im Einstreumaterial
2. Einsatz von Stroh, da leichter kompostierbar als Sägespäne

Bedingungen für Kompostierung:

2. Feuchtigkeitsgehalt Ausgangsmaterial

- Anzustreben 60% Feuchtegehalt (max 40 % TS Mist)

Nachteil Pferdemist:

1. häufig zu hoher Anteil trockenes Stroh

Möglichkeit der Verbesserung:

1. vorsichtiges gleichmäßiges Wässern (ggfs. mit Sickerwasser)

Bedingungen für Kompostierung:

3. gleichmäßige Mischung des Mistes

Nachteil Pferdemist:

1. häufig wenig gemischt; Separierung von Stroh und Kot

Möglichkeit der Verbesserung:

1. Aufsetzen der Mistmiete mit Miststreuer
2. Mist mittels Häcksler auf Mietenplatz auftragen

N - Verluste während Kompostierung

Neben Kompostierbarkeit sind N-Verluste während der Umsetzung entscheidend!

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

Einstreumaterial	N-Verluste (in % N)
Stroh	36,1
Torf	43
Coniferen-Späne	53,4

Stroh zeigt geringsten N-Verluste

Kompostierung setzt ausreichend Lagerfläche für Mistmiete voraus!

Kalkulation: 12 Pferde a 11 to Mist/Jahr (mittlere Einstreumenge Stroh) = 132 to Mist/a

mittlere Kompostierdauer: 6 Monate

notwendige Lagerkapazität: 66 to Mist

2-4m² pro Großpferd Mistlagerfläche (bei 6 monatiger Lagerung)

notwendige Lagerfläche \approx 48 m² bei 2 m Stapelhöhe

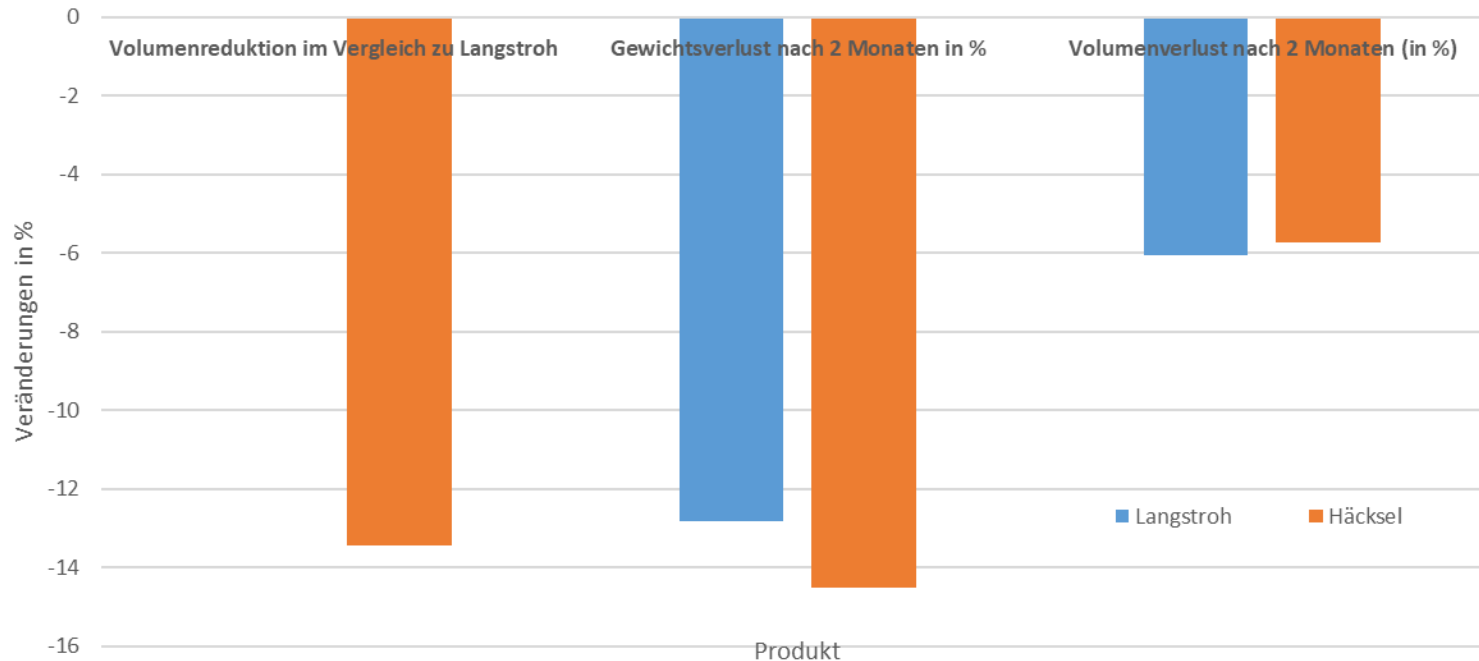
empfehlenswert:

- größere Fläche einplanen, da trapezförmige Lagerung üblich
- ungünstige Witterung kann Ausbringung verzögern

Praxistipps


1. Aufwandmengen nicht zu hoch bemessen – bis 100 dt/ha (ggf Nachwiegen der Nutzlast)
2. Verteilgenauigkeit beachten – gleichmäßige Beladung des Streuers
3. Ausbringung zu richtigen Jahreszeit
 - Grünland im Spätherbst nach letzter Nutzung oder zeitiges Frühjahr
 - Langstroh im Spätherbst
 - Mistausbringung auf Weiden überdenken
4. Mist ggf. mulchen
5. Durch hohe Temperaturen in Heißphase Kompostierung
Deaktivierung von Parasiten und Abschwächung Mistgeruch
6. Zusätzliche Parasitenbekämpfung durch Kalkstickstoff (300 kg/ha) im zeitigen Frühjahr

Mistversuch unter Laborbedingungen (Knoerle, Theobald, Winter, 2020,
unveröffentlicht)



Volumenreduktion durch Misthäckselung sichtbar

Möglichkeiten zur Entsorgung oder Verwertung von Pferdemist

- Ausbringen auf die eigenen Flächen
 - Abholung und Einsatz als Wirtschaftsdünger durch anliegende Bauern
 - Export zur Pilz- und Blumenzucht
 - Kompostierung auf eigenem Betrieb
 - Bioenergetische Nutzung
 - Illegale Erddeponien
- 
- Derzeit wichtigste Verwertung
- Export nach NL, aber rückläufige Bedeutung
- Sinnvoll und Voraussetzung für Düngeinsatz
- Bis dato geringe Bedeutung
- Verboten

Verschiedene rechtliche Rahmenbedingungen zu beachten

- **europäischen Verordnungen wie**
 - VO 1069/2009 zur Beseitigung tierischer Nebenprodukte
 - VO 2000/76 über die Verbrennung von Abfällen
- **Verschiedene deutschen Gesetze wie**
 - Tierische Nebenprodukte- Beseitigungsgesetz (TierNebG)
 - Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz-KrWG)
 - Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) mit dazugehörigen Verordnungen (BImSchV) 1, 4, 13, und 17
 - Tiergesundheitsgesetz
 - Düngemittelverordnung

Einsatz von Pferdemist in Biogasanlagen

Biogas entsteht bei der anaeroben (sauerstofffreien) Vergärung von organischem Material. Unter Luftabschluss erzeugen Bakterien aus der organischen Substanz ein Gemisch aus:

- Methan (50 - 70 Prozent),
- Kohlendioxid (25 - 50 Prozent)
- Spurengase.

Als Ausgangsstoffe für die technische Produktion von Biogas eignen sich:

- gezielt angebaute Energiepflanzen (Nachwachsende Rohstoffe)
 - Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist)
 - vergärbare, biomassehaltige Reststoffe wie Klärschlamm, Bioabfall oder Speisereste
- Dabei stellt die Landwirtschaft mit den beiden erstgenannten Möglichkeiten das größte Potenzial für die Produktion von Biogas.

Biogasanlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Annahmegrube
- Feststoffeintrag
- Fermenter
- Nachgärer
- Gärrestlager
- Kraft-Wärme-Kopplungs-Einheiten (BHKW)

Was geschieht in der Annahmegrube?

In Annahmegrube werden einzuspeisenden Substrate gesammelt und homogenisiert. Substrat wird anschließend in den Fermenter gepumpt.

Was geschieht im Feststoffeintrag?

Schneideeinrichtungen zerkleinern und Mixer mischen im Feststoffeintrag das Substrat, wird anschließend in Fermenter gepumpt wird.

Was geschieht im Fermenter?

Im Fermenter wird Substrat kontinuierlich durchmischt und durch Mikroorganismen zersetzt. Von hier wird Biogas entnommen.

Was geschieht im Nachgärer?

Im Nachgärer wird die Biomasse weiter erhitzt und ausgegoren.

Was geschieht im Gärrestlager?

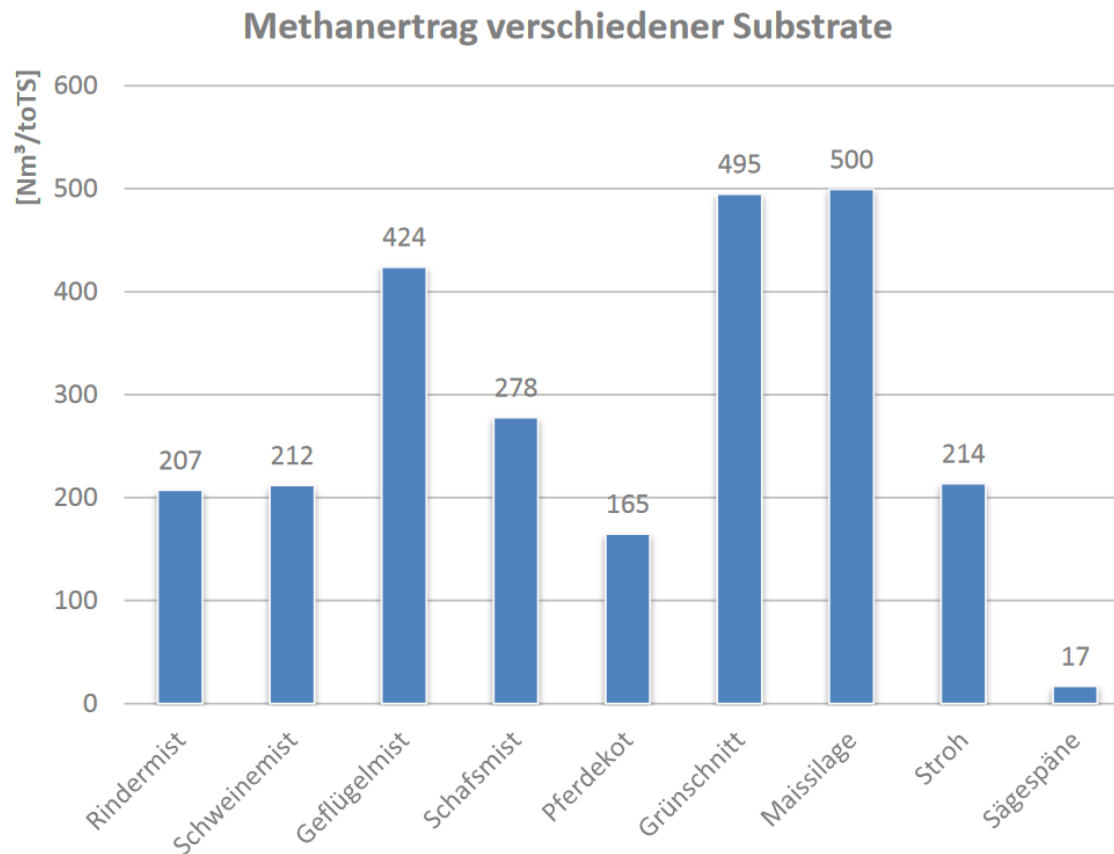
Gärrestlager, das gasdicht verschlossen werden kann, dient zur Nachgärung und Erfassung von noch entstehendem Biogas sowie zur Lagerung der Reststoffe bis zur Ausbringung als Dünger.

Was geschieht im Blockheizkraftwerk?

Im Blockheizkraftwerk wird das entschwefelte Biogas verwertet. Die im Biogas enthaltene Energie wird zu ca. 40 % in elektrische Energie und zu ca. 40 % in thermische Energie umgewandelt. Die elektrische Energie wird ins öffentliche Energienetz eingespeist und die Wärme kann innerhalb des Betriebes oder in der Umgebung (beispielsweise für Schwimmbäder oder Gärtnereien) eingesetzt werden.

Pferdemist - Vergärung in Biogasanlagen:

- interessantes Gärprodukt, da günstige Verfügbarkeit aber geringerer Methanertrag;
- Einsatz von Sägespäne reduziert den Ertrag deutlich
- Zerspanung notwendig zur Vermeidung Schwemmschicht (Energieverlust!)



Einsatz von Pferdemist in Biomassefeuerungsanlagen

- Voraussetzung: vorgeschaltete Trocknung des Mistes
- aber: Entstehung von umweltschädlichen Emissionen oberhalb der zulässigen Grenzwerte (aus unvollständiger Verbrennung z.B. Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, sowie der nicht brennbare Anteil der Staubemission, Schwermetalle, Schwefeloxide, Chlor-, Kalium-, und Stickstoffverbindungen, etc)
- Geringerer Brennwert im Vergleich zu anderen Biomasseprodukten wie Holz bei gleichzeitig deutlich höheren Emissionswerten

„Für Betriebe der Pferdehaltung ist die Wärme- und Stromerzeugung auf Basis von Pferdemist oder daraus hergestellter Pellets aktuell ohne Relevanz. Die anfallenden Mengen werden in Rheinland-Pfalz in der Regel ähnlich wie Stroh als Strukturverbesserer und Humusdünger zur Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen im Ackerbau eingesetzt. Werden die düngerechtlichen Regelungen eingehalten, bewertet die Landesregierung diesen eingeführten Verwertungsweg als ökonomisch und ökologisch besonders sinnvoll.“

Eveline Lemke, Antwort des Ministeriums für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz auf die kleine Anfrage 1474 über die Klassifizierung von Biomasse aus Pferdemist als Brennstoff. (Drucksache 16/2249), Mainz: Landtag Rheinland-Pfalz, 2013

Dies ist zwar keine Aussage auf Bundesebene, gibt jedoch den Blickwinkel der gesetzgebenden Instanzen wieder

Wirtschaftsdüngervermittlung – Nährstoffbörse: Zusammenbringen von

- Betriebe mit Nährstoffüberhängen ohne ausreichend Fläche für eine umweltgerechte Ausbringung ihrer Wirtschaftsdünger
- Betriebe mit freien Nährstoffkapazitäten (häufig an Ackerbaubetriebe), die mit dem Einsatz von Wirtschaftsdüngern Mineraldünger einsparen können

Voraussetzung: Schaffung geeigneter Logistik

- Vermittlung
- günstige Lagerung
- Transport
- Ausbringung

Möglichkeit und Beispiel:

Maschinenringe nehmen Anfragen von Nährstoffabgebern und Nährstoffaufnehmern auf und kontaktieren Lohnunternehmer in der Region, die nach erfolgreicher Vermittlung den Transport übernehmen (Nährstoffbörse)

Gemeinsame zentrale Lagerung und Bewirtschaftung von Mistmengen unter Nutzung der Wärmeenergie aus dem Mistlager (bis ca. 65°C)

Pferdebetriebe zeichnen verantwortlich für die Nutzung und Verwertung des anfallenden Mistes

Durch die rechtliche Regelung wird auch zukünftig die Verwertung von Pferdemist im Fokus stehen

Die bioenergetische Nutzung zeigt gewisse Potentiale, ist derzeit aber nicht ausreichend ausgebaut

Ein zielführendes Mistmanagement mit entsprechender Kompostierung und anschließender Nährstoffnutzung im Ackerbau oder Grünland ist sehr empfehlenswert

Gemeinsame Organisation zur Verwertung und Abgabe im Sinne einer Abgabegemeinschaft erscheint sehr sinnvoll

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

