

# Hästgödsel som en resurs

En förstudie om olika hanteringskedjor  
för hästgödsel



Per Wennerberg och Catarina Dahlander

TecnoFarm

2013-05-08

**Per Wennerberg**  
Tel: 076-816 41 63  
E-post: [per.wennerberg@tecnofarm.se](mailto:per.wennerberg@tecnofarm.se)

**Catarina Dahlander**  
Tel: 0708-99 17 56  
E-post: [catarina.dahlander@tecnofarm.se](mailto:catarina.dahlander@tecnofarm.se)

**TecnoFarm**  
Smedjevägen 9  
531 73 Källby

## Sammanfattning

Denna förstudie har tillkommit på uppdrag av Hästföretagarna i Göteborgsregionen för att belysa problematiken med dagens kostsamma hästgödselhantering samt att visa på tänkbara utvecklingsalternativ. Detta har till stor del sin orsak i att hästgödseln betraktas som ett avfallsproblem.

Tanken är att om det går att utveckla bättre system där hästgödseln blir en resurs inom bioenergi och växtnäring så kan kostnaderna för hästägarna reduceras och en del fall elimineras.

Hästföretagarna i Göteborgsregionen gjorde under 2012-2013 en enkät till hästföretagarna i 15 kommuner i och runt Göteborg, där 116 hästföretagare svarade med totalt 2032 hästar. Kostnaden för hästgödselhantering per häst och år var 160-6006 kr med ett medelvärde på 980 kr. Dessa hästar producerar uppskattningsvis 18 700 ton färsk gödsel per år.

Förbränning i biobränslepannor är det billigaste sättet för hästägarna att bli av med gödseln. Vi förbränning har den ett värde på 300-500 kr/ton beroende på transportavstånd. Men i dagsläget är det inte tillåtet att förbränna gödsel utan ett miljötillstånd för varje panna. Ett sådant tillstånd är både dyrt och tidkrävande varför det i praktiken inte är genomförbart för mindre anläggningar.

Kostnaden för lagring och spridning på närliggande åkermark är det näst billigaste för hästägarna uppskattas till 70 kr/ton färsk hästgödsel (700 kr/häst, år).

En tänkt biogasproduktion i Göteborgsregionen på 8600 ton hästgödsel skulle inklusive gödselhantering och uppgradering till biometan som drivmedel kosta ca 1 kr/kWh. Med dagens pris på fordonsgas finns det möjlighet till lönsamhet. Torrötning rekommenderas för att hålla nere volymerna och undvika problem med sand & grus.

Kommersiell kompostering är det dyraste alternativet med en kostnad på 230 kr/ton gödsel (2300 kr/häst, år). Med bättre logistik och organisation bör det gå att sänka denna kostnad 100 kr/ton gödsel (1000 kr/häst, år).

Vid studiebesök i Tyskland visade det sig att hästägarna inte behövde betala något för att bli av med gödseln till komposterings och biogasanläggningar. Detta tyder på att det skulle kunna gå att reducera eller rent av eliminera dessa kostnader även i Sverige.

Det finns stora möjligheter att med ny teknik och effektivare affärsmodeller reducera eller eliminera kostnaderna för hästgödselhanteringen främst för de icke lantbruksbaserade hästägarna.

Innehållsförteckning	Sida
1. Bakgrund .....	6
2. Projektbeskrivning .....	6
3. Genomförandet .....	7
4. Hästhållning & hästgödsel i Göteborgsregionen .....	8
5. Lagar & regler för hantering av hästgödsel .....	14
5.1 Regelverket kring hantering av hästgödsel.....	14
5.2 Lagring och spridning av gödsel .....	14
5.3 Tider för spridning & lagring av gödsel .....	15
5.4 Spridningsareal .....	16
5.5 Animaliska biprodukter .....	16
5.6 Hygienisering av hästgödsel .....	18
5.7 Lagar & regler vid förbränning av gödsel .....	19
6. Befintlig teknik .....	19
6.1 Kompostering .....	19
6.1.1 Allmänt om kompostering.....	19
6.1.2 Strängkompostering.....	21
6.1.3 Satskompostering.....	22
6.1.4 Slang & Membrankompostering.....	23
6.2 Förbränning.....	23
6.2.1 Allmänt om förbränning av hästgödsel.....	23
6.2.2 Exempel på förbränning av hästgödsel.....	25
6.2.3 Aska .....	25
6.2.4 Lagar & regler vid förbränning av hästgödsel...	25
6.3 Biogasproduktion.....	25
6.3.1 Allmänt om biogasproduktion.....	25
6.3.2 Biogasproduktion på hästgödsel med våtrötning i Tyskland .....	28
6.3.3 Biogasproduktion på hästgödsel med torrötning i Tyskland .....	30
6.3.4 Hästgödsel som substrat för biogasproduktion..	31
6.4 Svampodling .....	32
6.5 Alternativa system .....	35
6.6 Strömedel.....	36
6.6.1 Allmänt om strömedel till hästar.....	36
6.6.2 Halm .....	36
6.6.3 Halmpellets .....	37
6.6.4 Torvströ .....	38
6.6.5 Spån .....	38
6.6.6 Träpellets .....	39
6.7 Gödselhantering, lagring & transport .....	39
6.7.1 Allmänt om lagring & transport.....	39
6.7.2 Stuka .....	39
6.7.3 Gödselplatta .....	39
6.7.4 Containersystem .....	39
6.7.5 Återvinning av strömedel .....	41
7. Hästgödsel till biogasproduktion i Göteborgsregionen.....	43

<b>8. Ekonomi och lönsamhet för olika hästgödselsystem.....</b>	<b>44</b>
8.1 Allmänt om Ekonomi & lönsamhet .....	44
8.2 Transportkostnader .....	44
8.3 Förbränning .....	45
8.4 Direkt till lantbruk .....	46
8.5 Biogasproduktion .....	46
8.6 Kompostering .....	47
<b>9. Framtida behov och utvecklingsmöjligheter .....</b>	<b>48</b>
9.1 Teknik att utveckla .....	48
9.2 Aktuella projekt .....	48
<b>10. Slutsatser .....</b>	<b>49</b>
<b>11. Referenser .....</b>	<b>51</b>

## 1. Bakgrund

I Sverige finns det i enligt Jordbruksverkets senaste uppskattning 2010 drygt 362 700 hästar varav 75 % finns inom tätorter eller tätortsnära områden utanför lantbruket. Hästarna finns fördelade på 77 800 platser för hästhållning runt om i Sverige. Nästan alla hästar används till rekreation eller tävling.

En normalstor ridhäst väger ca 500 kg och genererar årligen mellan 8 till 12 ton träck och urin (Steineck m fl., 2000). Till detta kommer strömedel som halm, spån och torv. Under lagringen sker en omsättning av material i gödseln och mängden gödsel inklusive strömaterial varierar från något ton per år för små hästar upp till ca 7 ton per år för stora hästar (Jordbruks-verket, 2006). Mängden gödsel beror även av lagringstiden som kan variera mellan 6-12 månader. Gödselmängden från en häst varierar då mellan 5-10 ton/år (Jord-bruksverket, 2009). Normal hästgödsel har en volymvikt på ca 500 kg/m<sup>3</sup> (Hästgödsel en naturlig resurs, SJV, 2003).

*Tabell 1. Enligt tyska studier (Oldenburg, 2012) producerar en normalstor häst följande gödselkvantitet:*

Substrat	Mängd kg/dygn
Hästspilling	15 - 25
Urin	3-10
Halm	5-10
<b>Total mängd</b>	<b>23-45</b>
<b>Total mängd/år</b>	<b>8 – 16 ton</b>

**I denna studie gör vi antagandet att en normal svensk häst producerar 10 ton färsk gödsel per år med en volymvikt på 500 kg/m<sup>3</sup>**

Den totala mängden gödsel från hästar i Sverige inklusive strömedel blir då uppskattningsvis 3 620 700 ton varje år och de ca 270 000 hästar som finns tätortsnära producerar då ca 2 700 000 ton gödsel per år.

De flesta stallar är i dag inte knutna till jordbruk, vilket gör det svårt att finna arealer för att sprida hästgödsel till åkermark. De främsta alternativen för hästgödsel är idag kompostering, förbränning och biogasproduktion eller kombinationer av dessa. Kompostering minskar mängden men löser inte problemet med avsättning för den bildade komposten.

Hästgödsel innehåller små mängder kväve i förhållande till exempelvis nötgödsel, men likvärdiga mängder fosfor och större mängd kalium. Detta samt stora mängder strömedel och gör hästgödsel i vissa fall mindre intressant som gödselmedel för lantbruket.

Hästägare i tätorter betalar idag enligt olika uppgifter mellan 2000-8000 kr/häst år för att avyttra sin hästgödsel. Denna kostnad borde kunna reduceras om man inför system som värderar hästgödseln som en resurs inom bioenergi, jordförbättring och växtnäring.

## 2. Projektbeskrivning

Projektet genomförs med finansiering från Länsstyrelsen i Västra Götaland. Hästföretagarna i Göteborg är projektägare, projektledare är dess ordförande Maria Kjellberg.

Efter en upphandling utsågs Per Wennerberg, TecnoFarm att som konsult utföra förstudien.

### Förstudiens syfte och målgrupp:

Syftet med förstudien är att finna vägar för lönsam hantering och användning av hästgödsel och att hästgödselns energi och näringsvärde tas tillvara på ett hållbart sätt.

Vidare skall förstudien leda till att hästföretagarna samordnar sig i förhandlingar med olika energi och avfallsaktörer, samt att samverka mellan hästnäringen och forskningen ökar.

Målgrupp är hästföretagare inom Göteborgsregionen med fler än 10 hästar.

### Förstudiens mål:

- En översiktlig beskrivning av aktuella användningsområden för hästgödsel i Sverige och i närliggande länder samt utvecklingsläge.
- Specifik beskrivning av hästgödseln inom Göteborgsregionens geografiska område avseende volym, använda strömedel och hur hästgödseln används.
- Redovisning av olika sätt att utnyttja hästgödsel med avseende på ekonomi och miljö.
- Förslag till samverkansformer och aktiviteter för att bättre nyttja hästgödseln som en resurs i hästföretagen.

Projektet skall medverka till förbättrad konkurrenskraft och lönsamhet för hästföretagen.

## 3. Genomförandet

Projektet startade våren 2012 med projektmöten och kontakter och kartläggning av olika aktörer inom hästgödselhantering enligt följande plan:

1. Översiktligt beskrivning av teknik
2. Beskrivning av gödselns egenskaper
3. Kartläggning av hästgödseln i Göteborgsregionen
4. Dagens och morgondagens strömedel
5. Kartläggning av användningsområden för hästgödsel
6. Föreslå alternativ
7. Anordna ett seminarium
8. Slutrapport
9. Referensgruppmöten, samordning och administration

Hästföretagarna i Göteborg startade under 2012 en kartläggning av 116 hästföretagare i Göteborgsregionen med totalt 2032 hästar. Resultatet redovisas i följande kapitel 4.

TecnoFarm har tagit mer än 70 olika kontakter och gjort 14 studiebesök under projektet.

Den mycket stora internationella EuroTier och Bionergi Decentral mässan i Hannover besöktes av TecnoFarm i November 2012.

I december 2012 gjordes ett studiebesök med projektets referensgrupp till Norra Tyskland för att bl.a. studera biogasproduktion och forskning inom hästgödsel.

Slutrapportering sker skriftligt under våren 2013 och vid en workshop under Göteborgs Horse Show i april 2013

#### 4. Hästhållning & hästgödsel i Göteborgsregionen

Hästföretagarna i Göteborg startade under 2012 en kartläggning av totalt 116 hästföretagare i Göteborgsregionen med totalt 2032 hästar. Kartläggningen fokuserade på de företag som har "Tillstånd för verksamhet med häst" från länsstyrelsen. Arbetet genomfördes genom att medlemmar i Hästföretagarna kontaktade de olika hästföretagarna med följande frågor om verksamheten:

- Antal anställda
- Antal platser totalt (ponny, häst)
- Antal boxar
- Antal spiltor
- Antal lösdriftsplatser
- Egen produktion av spannmål
- Egen produktion av hö/ensilage
- Antal balar
- Vilket stömedel används/djurenhet
- Strömedel/häst/ månad – lösdrift-box-spilta
- Beräknad volym hästgödsel
- Hur tillvaratas gödseln idag
- Kostnad/intäkt för försäljning/kvittbildning av hästgödsel idag
- Avlivning; antal djur/år
- Intresserad av samarbete runt slakt
- Intresserad av samarbete runt gödselhantering
- Intresserad av Grön Rehab
- Hur lagras gödseln

I Göteborgsregionens 13 kommuner framkom följande resultat bland de tillfrågade hästföretagen:

Tabell 2. Antal tillfrågade hästföretag och deras anställda per kommun

Kommun	Hästföretag	Anställda
Ale	16	33
Alingsås	10	9
Gbg Norra	20	17,5
Gbg södra	6	2
Gbg östra	2	5
Härryda	1	1
Kungsbacka	11	41
Kungälv	10	4
Lerum	5	16,5
Lilla Edet	5	4
Mölnadal	2	4
Orust	7	1
Partille	6	0
Stenungsund	7	9
Tjörn	8	6

**Summa** 116 153  
(Snitt: 1,3 anställda/Hästföretag)



Tabell 3. Antal hästar och stallplatser av olika typ per kommun

Kommun	Hästar	Ponnys	boxar	spiltor	lösdrift
Ale	247	0	250	0	19
Alingsås	150	0	133	4	16
Gbg Norra	248	26	236	13	47
Gbg södra	91	6	80	0	18
Gbg östra	33	0	24	9	0
Härryda	21	0	22	0	0
Kungsbacka	291	0	263	22	10
Kungälv	219	1	193	0	30
Lerum	139	14	120	39	6
Lilla Edet	88	0	50	14	22
Mölnadal	42	0	34	10	0
Orust	78	0	73	0	10
Partille	89	0	72	17	0
Stenungsund	84	0	72	6	6
Tjörn	165	0	120	18	34
<b>Summa</b>	1985 (98%)	47 (2%)	1742 (82%)	152 (7%)	218 (10%)

Totalt antal hästar: 2 032 st  
(Snitt: 19,2 hästar/företag)

Totalt antal hästplatser: 2 112 st  
(Snitt: 19,9 hästplatser/företag)

Tabell 4. Antal hästar på olika strömedel per kommun

Kommun	Torv	Spån/träpellets	Halm	Halmpellets
Ale	112	64	17	3
Alingsås	18	76	19	27
Gbg Norra	71	79	31	55
Gbg södra	33	26	7	21
Gbg östra	33	0	0	0
Härryda	0	21	0	0
Kungsbacka	111	95	39	56
Kungälv	32	56	46	82
Lerum	41	62	10	40
Lilla Edet	28	12	20	14
Mölnadal	1	33	6	0
Orust	19	19	6	0
Partille	20	35	0	34
Stenungsund	67	4	13	0
Tjörn	61	35	42	24
<b>Summa</b>	647 (34%)	617 (33%)	256 (14%)	356 (19%)

Saknas uppgift: 156 hästar (7%)

Tabell 5. Hästföretagarnas hantering och bortförsl av hästgödsel per kommun

Kommun	Köper tjänst	Egen mark	Samarbete med lantbruk
Ale	6	7	3
Alingsås	3	3	4
Gbg Norra	3	11	6
Gbg södra	4	2	0
Gbg östra	0	1	1
Härryda	1	0	0
Kungsbacka	1	1	9
Kungälv	1	7	2
Lerum	1	3	1
Lilla Edet	1	2	2
Mölnadal	1	1	0
Orust	0	4	2
Partille	2	1	1
Stenungsund	2	2	1
Tjörn	2	3	4
<b>Summa</b>	28 (25%)	48 (43%)	36 (32%)

Ingen uppgift: 4 st (3%)

Tabell 6. Hästföretagare med sommaruppehåll där stallet står tomt i månader per kommun

Kommun	Nej	1 mån	2 mån	3 mån	4 mån
Ale	6	2	4	1	0
Alingsås	3	0	1	0	0
Gbg Norra	2	1	7	3	0
Gbg södra	2	1	0	3	0
Gbg östra	0	0	0	0	0
Härryda	1	0	0	0	0
Kungsbacka	2	4	4	0	1
Kungälv	3	1	0	4	1
Lerum	0	3	2	0	0
Lilla Edet	0	2	0	3	0
Mölnadal	1	0	1	0	0
Orust	2	1	1	1	0
Partille	2	0	0	0	0
Stenungsund	1	0	1	1	0
Tjörn	3	0	1	5	0
<b>Summa</b>	28 32%	15 17%	22 25%	21 24%	2 2%

Ingen uppgift: 28 st (24%)

Tabell 7. Lagring av gödsel hos hästföretagarna per kommun

Kommun	Containerer	Platta under tak	Platta inget tak	Extern lagring
Ale	5	0	9	0
Alingsås	2	0	6	0
Gbg Norra	3	0	11	0
Gbg södra	4	1	1	0
Gbg östra	0	0	2	0
Härryda	1	0	0	0
Kungsbacka	2	0	8	0
Kungälv	0	0	9	1
Lerum	1	1	3	0
Lilla Edet	1	0	4	0
Mölnadal	0	0	2	0
Orust	0	0	4	1
Partille	2	0	1	0
Stenungsund	2	0	3	0
Tjörn	1	0	7	0
<b>Summa</b>	24	2	70	3
	24%	2%	71%	3%

Ingen uppgift: 17st (15%)

Tabell 8. Intresset bland hästföretagarna av samarbete kring gödselhantering

Kommun	Ja	Kanske	Nej
Ale	12	1	3
Alingsås	3	2	5
Gbg Norra	10	4	1
Gbg södra	4	1	0
Gbg östra	1	0	1
Härryda	1	0	0
Kungsbacka	9	1	1
Kungälv	7	1	2
Lerum	3	0	2
Lilla Edet	4	1	0
Mölnadal	1	0	1
Orust	2	1	3
Partille	2	0	0
Stenungsund	2	1	2
Tjörn	9	0	0
<b>Summa</b>	70	13	21
	67%	13%	20%

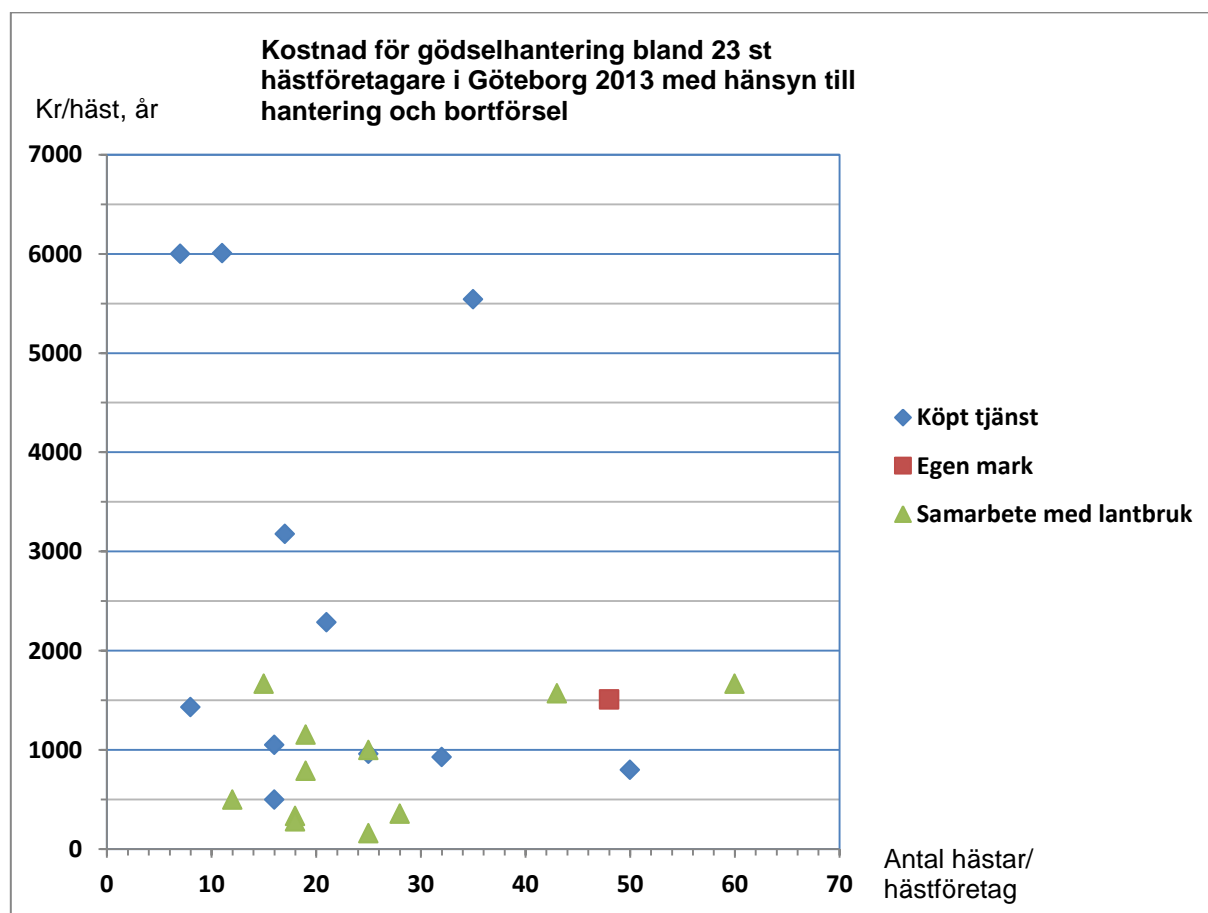
Ingen uppgift: 12 st (10%)

Tabell 9. Kostnad för gödselhantering kr /häst, år

	Antal svar	Min	Max	Medel
Köper tjänst	11	500	6006	1646
Egen mark	1	1508	1508	1508
Samarbete med lantbruk	11	160	1667	983

Ingen uppgift 93 st (80%)

Notera att dess kostnader är lägre än de olika uppgifter på 2000-8000 kr/häst, år som har angivits från olika källor. En orsak kan vara att priserna i Stockholm är högre än i Göteborg?



Tabell 10. Uppskattad årlig gödselmängd hos 106 st hästföretagare i Göteborg  
Antagande att varje häst i genomsnitt producerar 10 ton färsk gödsel/år

Kommun	Total gödselmängd ton/år				Summa
	Torv	Spån/träpellets	Halm	Halmpellets	
Ale	1120	640	170	30	1960
Alingsås	180	760	190	270	1400
Gbg Norra	710	790	310	550	2360
Gbg södra	330	260	70	210	870
Gbg östra	330	0	0	0	330
Härryda	0	147	0	0	147
Kungsbacka	1110	950	390	560	3010
Kungälv	320	560	460	820	2160
Lerum	410	620	100	400	1530
Lilla Edet	280	120	200	140	740
Mölnadal	10	330	60	0	400
Orust	190	190	60	0	440
Partille	200	350	0	340	890
Stenungsund	670	40	130	0	840
Tjörn	610	350	420	240	1720
<b>Summa</b>	<b>6470</b>	<b>6107</b>	<b>2560</b>	<b>3560</b>	<b>18697</b>

Total mängd färsk gödsel: **18 697 ton/år**

Om vi antar att gödseln lagras (brunnen) så minskar mängden med ca +30%  
(ca 7 ton/häst, år) till totalt **13 132 ton/år**

Tabell 11. Intresset bland hästföretagarna av samarbete kring avlivning & kremering av hästar

Ja	Kanske	Nej
53	17	33
51%	17%	32%

Ingen uppgift: 13 st (11%)

Antal avlivningar/år: 114 st (19 svar)



Traditionell utgödsling för hand till manuell gödselkärra som kan lyftas med en frontlastare (Häggebylunds gård)

## 5. Lagar & regler för hantering av hästgödsel

### 5.1 Regelverket kring hantering av hästgödsel

Grunden i den svenska miljölagstiftningen är **miljöbalken** (SFS 1998:808). Vars syfte är att främja en hållbar utveckling. Många EG-direktiv inom miljöområdet är genomförda i svensk lagstiftning inom miljöbalken. Miljöbalkens regler ger ramen och kompletteras av **förordningar** som utfärdats av regeringen samt **föreskrifter** som är utfärdade av svenska myndigheter t.ex. Jordbruksverket (SJV) och har meddelats med stöd av miljöbalken.

**EU-direktiv** skall införlivas i den nationella lagstiftningen, medan **EU-förordningar** gäller i alla medlemsländer oberoende av nationell lagstiftning. EU-direktiv på miljöområdet införlivas i miljöbalken.

Det finns även **allmänna råd** med myndigheternas tolkning av regelverket och som ska tjäna som hjälp och rekommendationer till hur man kan uppfylla kraven i förordning och föreskrifter.

För hästhållning och gödselhantering i jordbruksföretag finns tydliga och specifika regler och begränsningar med hänsyn till miljö etc. Hästar i verksamheter som inte räknas som jordbruk där gäller Miljöbalken generellt. I miljöbalkens finns de **allmänna hänsynsreglerna** och kraven på egenkontroll. Hänsynsreglerna är den minsta miljöhänsyn som man måste visa för att verksamheten ska få bedrivas. Hänsynsreglerna är en grund för föreskrifter, allmänna råd och enskilda beslut. Som verksamhetsutövare är du skyldig att känna till gällande regler och lagar och den egna verksamhetens miljöpåverkan och vidta de åtgärder som behövs för att förebygga, hindra eller motverka skada eller olägenheter för människors hälsa och miljö.

**Egen kontroll** skall utföras av den som ansvarar för och driver verksamhet som kan påverka miljön och människors hälsa (*Miljöbalken 2 kap.19§*). De checklistor som finns, ger vägledning vid kontroll att gällande lagar och regler följs samt ger en uppfattning om vad som eventuellt behöver förändras för att motverka och förebygga olägenheter.

### 5.2 Lagring och spridning av gödsel

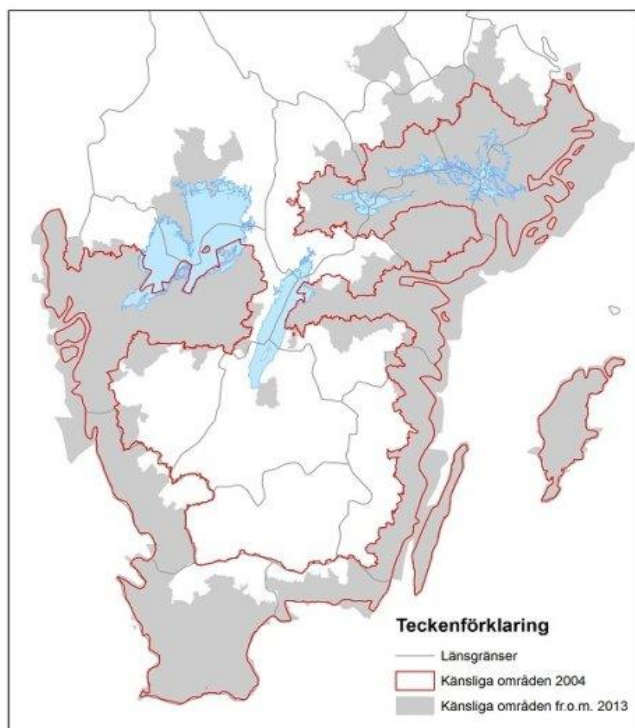
Lagring av gödsel måste ske så natur och människor inte kommer till skada genom avrinning eller läckage till yt- eller grundvatten. Bestämmelser kring detta finns i *SFS1998:915, SJVFS 2004:62, SJVFS 1999:119 och SFS 1999:119*. Förutom **generella regler** som gäller i hela landet finns det särskilda regler för **känsliga områden** för påverkan av växtnäringsläckage.

Lagringsutrymmen bör ha tillräcklig lagringskapacitet så att gödseln som produceras kan lagras under perioder och väderleksförhållanden då spridning på åker mark är förbjuden eller är olämplig eller till dess att gödseln kan tas om hand på annat sätt. (*Allmänna råd till 2 kap.3§ samt 6§ förordning 1990:915*)

Det som avgör lagringskapaciteten är:

- Djurslag och djurantal
- Tillsats av strömedel, mängd och typ av strömedel
- Vattentillskott
- Omsättningsförluster d.v.s. minskning av gödselvolym under lagringsperioden
- Samt minimikrav på tid av gödsellagring

Vid bestämning av lagringsvolym kan schablonvärden användas som utgångspunkt (SVJFS 2009:82, bilaga 7). I vissa delar är miljön särskilt känslig för påverkan av växtnäringssläckage. Förutom de generella reglerna i lagstiftningen finns det **särskilda regler** i dessa områden. Bestämmelserna skiljer sig också något mellan olika känsliga områden. Därför är det viktigt att förutom att man befinner sig inom ett känsligt område tar reda på i vilket känsligt område man befinner sig i. Det kan finnas lokala områdesbestämmelser som ytterligare preciserar. Sådana bestämmelser finns i så fall i lokala föreskrifter. Kraven bestäms och tillämpas av kommunens miljö- och hälsoskyddskontor.



Områden som är känsliga för växtnäringssläckage. (Jordbruksverket)

### 5.3 Tider för spridning & lagring av gödsel

Tabell 12. Krav på minsta lagringskapacitet i månader för hästgödsel.

Antal djurenheter* * en djurenhet för häst räknas en fullvuxen häst med föl upp till 6 månader	Känsliga områden Blekinge, Skåne, Halland, Gotland samt känsliga kustområden inkl. Öland	Övriga känsliga områden	Övriga delar av landet
10-100	8 månader	6 månader	6 månader
2-10	6 månader	6 månader	Inga generella bestämmelser
0-2	Inga generella bestämmelser	Inga generella bestämmelser	Inga generella bestämmelser

Hästgödseln kan lagras på gödselplatta eller i en behållare som t.ex. en container. Lagringsutrymmet skall vara utformat så att det inte sker någon avrinning eller något läckage till omgivningen. Det teknisk utformningen av utrymmet kan variera, så länge syftet med bestämmelserna ovan uppnås.

För de som inte omfattas av att hästgödseln måste kunna lagras en viss tid, måste de enligt **allmänna hänsynsreglerna** kunna lagras gödseln på ett miljömässigt bra sätt under den tid på året det inte är lämpligt att sprida gödseln.

Jordbruksverket har tagit fram en riskvärderingsmall för näringsläckage från hästhållning. Vilken går att ladda ned och kan vara till hjälp vid självkontrollen. I utredningen *SOU 2013:5* föreslås inkludera hästhållningen i de bestämmelser som gäller jordbruksföretag och att länsstyrelsen i sin egenskap av tillsynsmyndighet bör prioritera samordning och riktad tillsyn av gödselhantering vid hästhållning i länet, framför allt i områden där risken för miljöproblem bedöms vara som störst. De kan t.ex. gälla tätortsnära hästhållning.

#### 5.4 Spridningsareal

Många hästhållare har inte alltid tillgång till egen spridnings areal eller har tillräckligt stor spridningsareal. Man behöver då få bort sitt överskott. Man kan då sälja eller skänka bort gödseln till ett jordbruksföretag. Många föredrar då att använda någon typ av mobil lagringsbehållare, exempelvis en container.

Enligt lag skall dokumentation föras innehållande datum, mängder, leverantör och mottagare samt antal djur som gödseln motsvarar. Dokumentet skall sparas minst 6 år.

Så länge gödseln är obehandlad går det bra att sprida den på egen åker eller leverera den till en lantbrukare som sprider den på sina åkrar. Det centrala är att den obehandlade gödseln inte hamnar hos tredje man. Men, många häststallar finns i eller nära stora städer och har inte möjlighet att leverera gödseln direkt till jordbrukaren. Det är då kravet på hygienisering träder in och man skiljer mellan obehandlad och behandlad gödsel vilket i det senare fallet innebär att gödseln har genomgått hygienisering.

#### 5.5 Animaliska biprodukter

Då hästhållaren inte har möjlighet att avyttra sin hästgödsel på egen eller på en lantbrukares mark kan gödseln betraktas som antingen ett avfall och eller en biprodukt. Oavsett om hästgödseln ses som ett avfall eller en biprodukt är det en animalisk biprodukt enligt regelverket. Animaliska biprodukter (ABP) innefattar bl.a. naturgödsel som omfattar alla slags exkrementer och/eller urin från produktionsdjur. Med produktionsdjur menar man alla djur som föds och göds upp av människor för produktion, även hästar räknas hit. Vilket i sin tur innebär att hästgödsel är en animalisk biprodukt (ABP).

I EUs lagstiftning finns det två förordningar som ofta kallas för ABP-förordningarna; *(EG)nr 1069/2009* och *(EU) nr 142/2011* vars syfte är att förhindra smittspridning av risker för människor och djurs hälsa.

Animaliska biprodukter indelas i tre kategorier med hänsyn tagen till graden av risk för människors och djurs hälsa (EG) nr1068/2009:

Kategori 1: ingår bl.a. delar av eller hela djur som innehåller specificerat riskmaterial.

Kategori 2: ingår bl.a. naturgödsel.

Kategori 3: ingår bl.a. slakteriavfall, matavfall från butiker

Sedan ABP-lagstiftningen, som anges i *(EG) nr 1069/2009 i artikel 8-10*, började gälla, mars 2011, har många hästhållare haft svart att få avsättning för sin gödsel då många komposteringsanläggningar tvekar att ta emot gödseln då de kan ha svårt att möta kraven gällande hygienisering. Som alternativ kan hästgödseln rötas till biogas och eventuellt förbrännas, men detta förutsätter att den mottagande anläggningen har tillstånd att behandla sådant avfall.





*Hästgödsel som komposterar spontant eller "Brinner" på en gödseiplatta (Norra Tyskland)*

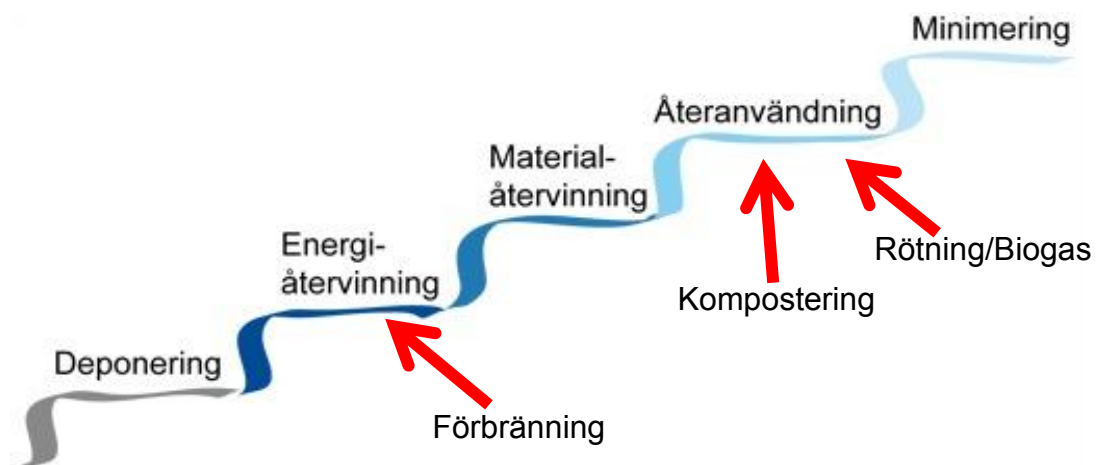
Vad det gäller animaliska biprodukter framgår i *Miljöbalken 15 kap1§* att "med avfall avses varje föremål eller ämne som innehavaren gör sig av med eller är skyldig att göra sig av med." Och fortsätter med att definiera ämne eller föremål ska anses vara en biprodukt i stället för avfall, om ämnet eller föremålet:

1. Har uppkommit i en tillverkningsprocess där huvudsyftet inte är att producera ämnet eller föremålet,
2. Kan användas direkt utan någon annan bearbetning än den bearbetning som är normal i industriell praxis
3. Kommer att fortsätta att användas på ett sätt som är hälso- och miljömässigt godtagbart och som inte strider mot lag eller annan författning.

Avslutningsvis står att läsa i *Miljöbalken 15 kap1§* "Ett ämne eller föremål upphör att vara ett avfall, om det har hanterats på ett sätt som innebär återvinning och uppfyller krav i fråga om fortsatt användning".

Den femte grundsten av miljöbalkens fem grundstenar, handlar om att återanvändning och återvinning skall främjas, där möjligheterna att återvinna och återanvända skall tas till vara. Vilket också betonas allt mer i EUs avfallspolitik. Det främsta målet med avfallspolitiken är att minimera de negativa effekterna på människors hälsa vid generering och hantering av avfall.

Avfallspolitiken bör också ha som mål att minska resursanvändningen och att främja praktisk tillgång till avfallshierarkin.



### *Avfallshierarkin*

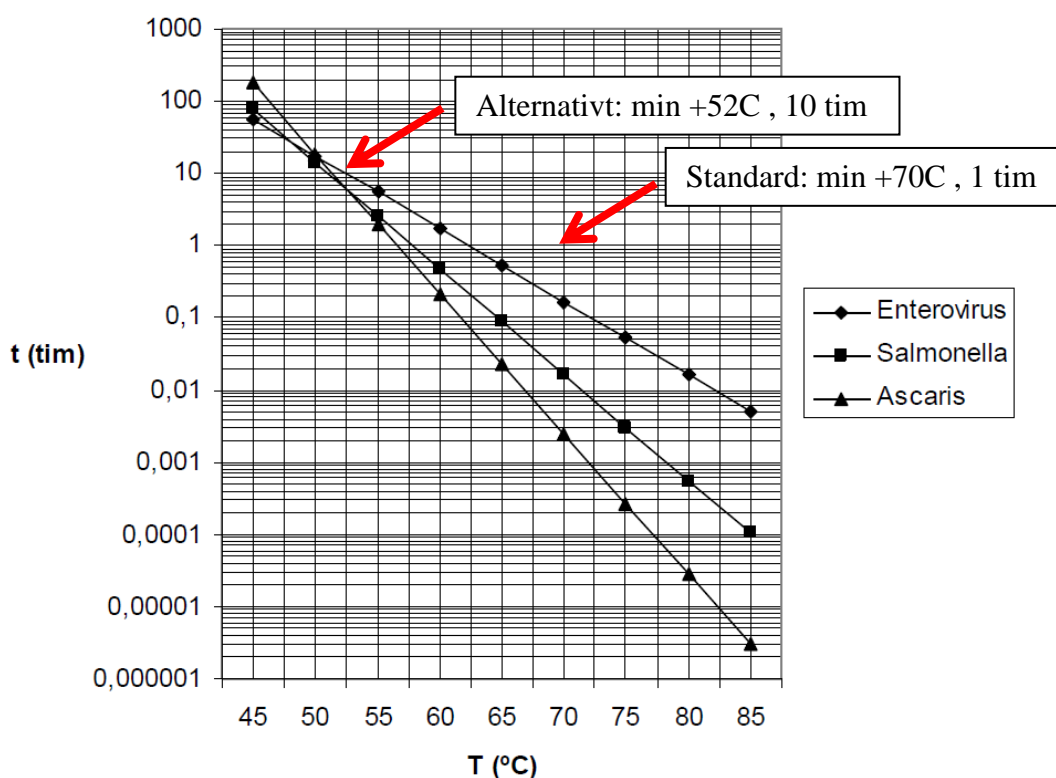
Att materialåtervinna avfallet skall prioriteras före energiåtervinning. Vilket innebär att röta eller kompostera hästgödsel skall prioriteras framför energiåtervinning d.v.s. förbränning.

## 5.6 Hygienisering av hästgödsel

För att minska riskerna för smittspridning är huvudregeln att gödsel som skall rötas eller komposteras skall hygieniseras. Men det finns undantag från hygieniseringen om bara obehandlad gödsel används i en biogasanläggning från en animalieproducent (Lindström, 2010). Denna obehandlade rötrest får då endast användas för direkt spridning på åkermark utan mellanhänder. Om gödsel samrötas från flera animalieproducenter måste man söka tillstånd hos Jordbruksverket för att slippa hygienisering (SJV, 2012).

Hygienisering av gödsel skall ske i en anläggning som godkänts av Jordbruksverket (SJV) och där gödseln hygieniseras enligt kraven i EUs förordningar. Endast den rötrest eller kompost som tas fram i en sådan anläggning räknas som en behandlad produkt och får säljas vidare till tredje man som t.ex. organiskt gödselmedel eller jordförbättring.

För att en hygienisering skall vara godkänd av SJV skall all gödsel värmas upp till minst +70°C i en timme och partikelstorleken skal vara maximalt 12 mm. Efter speciell prövning kan även en minimitemperatur på +52°C i minst 10 timmar godkännas. Temperaturen i gödseln under hygieniseringen skall mätas kontinuerligt och dokumenteras.



*Tid- temperaturförhållanden för inaktivering vid hygienisering av några sjukdomsframkallande Organismer, beräknat enligt formel. Området ovanför kurvorna anses vara säkert. (Svensson, 2007)*

Vid all hantering av animaliska biprodukter finns strikta regler som driftansvariga i sina verksamheter som står under deras kontroll, skall se till att de animaliska biprodukter under alla skeden av insamlingen, transport, hantering, behandling, omvandling, bearbetning, lagring, utsläppande på marknaden, distribution, användning och bortskaffande uppfyller de krav i denna förordning som är av relevans för verksamheten. Driftansvariga som sänder, transporterar eller tar emot animaliska produkter ska föra register över sändningarna och de åtföljande handelsdokumenten.

## 5.7 Lagar & regler vid förbränning av gödsel

Hästgödsel klassas som animalisk bioprodukt i klass 2 kan enligt förordningen användas som bibränsle efter godkännande av SJV. Men eftersom SJV idag saknar regler från Naturvårdsverket för detta så krävs det formellt ett driftstillstånd för avfallsförbränning för varje enskild panna enligt avfallsförbränningsförordningen. Anmälan skall göras till den kommunala nämnd som hanterar miljöfrågor. Ett sådant driftstillstånd är både dyrt och tidskrävande för en mindre anläggning.

En riksdagsmotion (Ola Johansson(c) 2011/12: MJ411) har skrivits för att underlätta förbränning av gödsel genom ett enklare regelverk i Sverige. Det pågår också sedan flera år diskussioner mellan ansvariga för jordbruks och miljöfrågor om hur man kan förenkla reglerna för förbränning av naturgödsel inom EU.

I vänta på att dessa regler ses över är det med andra ord inte lagligt att förbränna hästgödsel i en icke godkänd avfallspanna.

Om hästgödsel torkas och pelleteras betraktas denna som en bearbetad avfallsprodukt som enligt dagens regler även den kräver förbränning i en för avfall godkänd panna.

Notera att dagens bibränslepannor normalt inte är godkända för avfallsförbränning. En godkänd avfallspanna har mycket extra utrustning som gör den avsevärt dyrare än en bibränslepanna.

Att låta hästgödseln förbrännas i en vanlig avfallsanläggning vid t.ex. ett kommunalt kraft-värmeverk som har driftstillstånd är givetvis helt lagligt.

Kontrollera alltid med ansvariga på kommunen innan ni startar förbränning av hästgödsel.



*Mekanisk utgödsling med hydraul drivna skrapor på ett nybyggt häststall (Ågesta gård)*

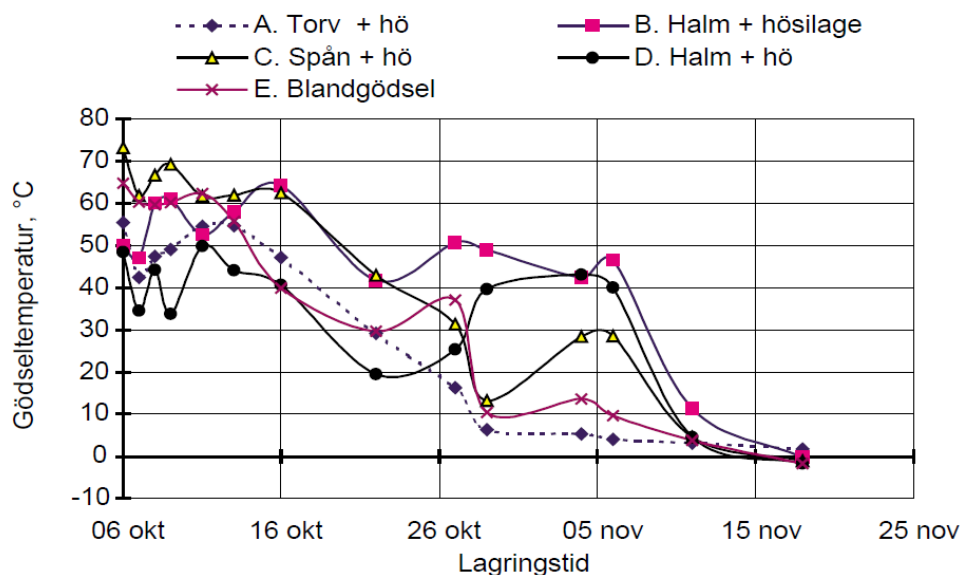
## 6. Befintlig teknik

### 6.1 Kompostering

#### 6.1.1 Allmänt om kompostering

Kompostering sker genom nedbrytning av organiska ämnen under aeroba (syrerika) förhållanden. Vid god kompostering kan det utvecklas en så hög värme att den t.ex. kan utnyttjas vid hygienisering i varmkompostering (över +70C i minst en timme). Denna höga temperatur uppnås normalt i 1-4 dygn, därefter går temperaturen sakta ned under ett antal veckor. Vid kommersiell drift varmkomposteras normalt intensivt med en hög temperatur i en speciell kompostanläggning med god luftning under några dygn därefter sker normalt efterkomposteringen med en fallande temperatur

under några veckor i strängar på en platta. Denna typ av intensiv varmkompostering kallas även snabbkompostering då hela processen kan ta ca 6 veckor.



*Exempel på temperaturförlopp vid kompostering av hästgödsel med olika ursprung vad gäller strömedel och grovfoder. Komposteringen har påskyndats genom bearbetning med traktordriven kompostvårdare. Wången 1998. (Steineck, 2001)*

Varmkomposteringen över +50°C bidrar till att döda av de flesta mikroorganismerna och ogräsfröna i gödseln. Grundregeln är att ju högre temperatur desto bättre effekt.

För kompostering är en kol/kväve kvot på 30:1 optimal (Hästgödsel en naturlig resurs, SJV, 2003). Denna kvot påverkas i hästgödseln till stor del av vilket strömedel som används. Hästgödsel med halm och spån har normalt en hög kol/kväve kvot runt 50, gödsel med torvströ har en lägre kvot runt 30 (Steineck, 2001). En hög kvot ger en långsammare kompostering medan en låg kvot ger en snabbare nedbrytning men med större risk för kväveförluster.

Finfördelad halm och torv ger en god struktur och kolhalt för kompostering medan träbaserade strömedel som spån och träpellets är svårare att bryta ned och därför lämpar sig sämre. Större tillskott av kol från strömedel kan göra att gödseln/komposten binder kväve i jorden och därför kortsiktigt kan ge skördenedsättningar.

Komposten skall ha en fukthalt runt 50-70% för att komma igång. "Vid rätt fuktighet skall vattendroppar tränga fram mellan fingrarna när du kramar en näve kompostmaterial" (Hästgödsel - en naturlig resurs, SJV, 2006).

Det anses ibland att spån från barrträd skall ge en gödsel eller kompost som är skadlig för växtligheten men för detta finns inget stöd i vetenskap eller försök (Steineck m.fl. 2001). Spån från barrträd tar dock längre tid att brytas ned i komposten.

Den enklaste formen av kompostering sker när gödseln "brinner" i en gödselstack under lagring på t.ex. en gödselplatta. Omrörning i gödseln med en lastare påskyndar denna kompostering.



*Kompostering hästgödsel på en betongplatta med murade kanter (Ågesta gård, Stockholm)*

Om komposten skall säljas vidare till 3:e man måste anläggningen vara godkänd av Jordbruksverket (SJV) med hänsyn till hygieniseringen. För detta krävs normalt att komposteringsanläggningen har någon form av dataloggning som visar att temperaturen har varit tillräckligt hög i hela komposten under minimitiden. Baskravet för hygienisering är min +70°C under en timme men dispens kan ges efter särskild prövning för +52°C under 10 timmar. Den lägre temperaturen föredras av många kommersiella aktörer då den anses ge en värdefullare kompost.

Notera! att vid försäljning till "tredje man" krävs att man kan visa att all gödsel har en godkänd hygienisering.

### **6.1.2 Strängkompostering**

Det finns många olika komposteringsystem på marknaden det enklaste och vanligaste är strängläggning på en hårdjord yta. För jämn kvalitet hela året bör denna kompostering ske under tak. Strängarna luftas med hjälp av specialbyggda fräsmaskiner som flyttar runt materialet när de kör längs strängen. I dessa system måste temperaturen i strängen mätas manuellt vilket gör att det kan vara svårt att få en av SJV godkänd hygienisering.



*Exempel på luftning av organiskt avfall vid strängkompostering med en specialbyggd maskin. Bilden visar PR-Slamsugnings kompostering i Falköping.*

### 6.1.3 Satskompostering

I en satskompostering är det lättare att kontrollera komposteringstemperaturen under en viss tid. Dessa system lämpar sig därför bättre för hygienisering. Exempel på satskompostering som används för hästgödsel i Sverige idag är:

- Svensktillverkade småskaliga Susteco ([www.bighanna.com](http://www.bighanna.com)), kapaciteten är ca 75 – 2400 kg/vecka = 1-12 hästar). Detta system testas idag för hästgödsel på mindre hästgårdar.



Susteco– Big Hanna (Ale Trumman) ([www.bighanna.com](http://www.bighanna.com))

- Kompostkungen ([www.tmgrandin.se](http://www.tmgrandin.se)) som säljer ett Tjeckiskt system kallat Aerobic Fermentor 5. Kapaciteten är max 8 ton/dygn vilket motsvarar gödsel från 300-500 hästar. Kompostkungen kör nu sin första svenska demoanläggning i Eskilstuna med varm-komposteringen till att torka hästgödseln så att den skall ge en effektiv förbränning i en vanlig biobränslepanna på 490 kW från den danska tillverkaren REKA.



Kompostkungen ([www.tmgrandin.se](http://www.tmgrandin.se)) – Aerobic Fermentor 5

#### Kontinuerlig kompostering

Kontinuerlig kompostering sker normalt med roterande trummor. Svenska ECSAB ([www.ecsab.com](http://www.ecsab.com)) har installerat ett par sådana anläggningar som är godkända av SJV för hygienisering av hästgödsel bl.a. hos Rölunda Produkter i Bålsta samt på Wiggeby Gård på Färingsö. Här krävs dock normalt stora volymer ca 15-30 m<sup>3</sup> gödsel/dygn vilket motsvarar ca 300-800 hästar).



ECSAB – Quantor XL  
trumkompostering ([www.ecsab.com](http://www.ecsab.com))

### 6.1.4 Slang & Membrankompostering

Vid slangkompostering matas kompostmaterialet via en rivare in i en plastslang. Mitt inne i slangen läggs en slang för luftning. Slangen har på ovansidan utsläpp för ventilationsluften. I änden av varje slang ansluts en fläkt.



*Comp Nordic – AG Bag slangkompostering ([www.componordicsystem.se](http://www.componordicsystem.se))*

Membrankompostering sker i fasta boxar som stängs till med tak av ett membranmaterial som släpper ut CO<sub>2</sub> men behåller fukten. Luftning sker genom kanaler i botten på boxarna.



*Membrankompostering vid Bubbtorp, Karlskrona (RVF Utveckling 2005:06)*

Det är tveksamt om olika typer av slang och membrankompostering lämpar sig för kompostering av hästgödsel om ett godkännande från SJV för hygienisering av animaliska biprodukter är ett krav. Kontroll med SJV rekommenderas innan en investering.

## 6.2 Förbränning

### 6.2.1 Allmänt om förbränning av hästgödsel

Hästgödsel har med sin höga TS-halt och beroende på vilka strömedel som används ett relativt högt energivärde vid förbränning. Om kutterspån används som strömedel har den ett energivärde på 18,14 MJ/kg TS (5 kWh/kg TS) (Lundgren & Pettersson, 2009). Enligt samma källa har denna otorkade lagrade gödsel med en vattenhalt på 57% ett energivärde på ca 10,3 MJ/kg.

I en tysk rapport (Oldenburg, 2012) anges energivärdet för med halmströ blandad hästgödsel till 15,842 Mj/kg TS (4,4 kWh/ kg TS) med 7,5 % askhalt. Med den TS halt som anges på 36,8 % för färsk gödsel ges ett energivärde på 10 Mj/kg gödsel (2,8 kWh/kg).

**Ett vanligt värde för förbränning av färsk hästgödsel med TS halt på 30 % som används som riktvärde i denna studie är 14,4 Mj/kg gödsel (4 kWh/kg).**

Som en jämförelse har träpellets med 10% fukthalt ett effektivt energivärde på ca 18 Mj/kg (5kWh/kg) (Energimyndigheten) och träflis med en fukthalt på 30% ca 12 Mj/kg (3,4 kWh/kg) (Skogforsk).

Hästgödsel innehåller upp till nio gånger mer kväve än träflis på grund av att urinen suggs upp av strömedlet (Lundgren, 2007). Därför bildas det ungefär dubbelt så mycket kväveoxider vid förbränningen jämfört med träflis. Denna negativa miljöaspekt skall dock vägas mot den spontana avgång av 20-30% av kvävet i form av ammoniak till atmosfären som sker vid traditionell lagring av hästgödsel.

För att elda fuktig biomassa som hästgödsel med en vattenhalt över 50 % krävs en specialbyggd panna normalt med tvåstegsförbränning och rörliga roster.

Tumregeln är att ju torrare gödsel ju bättre förbränning, därför kan det vara lönsamt att lagra gödseln under tak. Varmkompostering kan sänka vattenhalten ytterligare men samtidigt minskar energivärdet så här gäller det att balansera mervärdet i förbränningen mot kostnaderna för olika alternativa hanteringssystem för hästgödseln. De flesta mindre biobränslepannorna är byggda för en maximal vattenhalt på 30-40%.

Vid försök gjorda av JTI (Baky m.fl. 2012) med förtorkning av hästgödsel i en satstork av flatbäddstyp (Akron Maskiner, [www.akron.se](http://www.akron.se)) och förbränning i en konventionell biobränslepanna (REKA, [www.hjovarmeteknik.se](http://www.hjovarmeteknik.se)) visade det sig att det kostnadseffektivaste systemet hade varit att elda otorkad hästgödsel i en panna avsedd för detta. Samtidigt låg kostnaderna för eldning med träflis (max 40 % vattenhalt) nära olika andelar eldning med torkad hästgödsel (10 % vattenhalt). Noteras bör att en torkning till ca 25-30 % vattenhalt borde fungera i en vanlig biobränslepanna vilket hade gett en bättre ekonomi för den torkade hästgödseln. I detta fall använde torken varmvattenvärme från pannans närvärmesystem.

Om närliggande billig eller gratis spillvärme kan användas för torkningen så ökar givetvis lönsamheten för eldning med hästgödsel.



*REKA – Biobränslepanna som kan elda torr hästgödsel (Taxinge Gods, Nykvarn)*



*AKRON – Satstork för biomassa, här för hästgödsel (Taxinge Gods, Nykvarn)*



### 6.2.2 Exempel på förbränning av hästgödsel

Swebo Bioenergy ([www.swebo.com](http://www.swebo.com)) är en svensk tillverkare som har specialiserat sig på förbränning av hästgödsel med en vattenhalt upp till 50 % och för detta har man utvecklat en panna med tvåstegsförbränning. För att säkerställa en säker drift med de stora variationer som i praktiken förekommer i hästgödselns kvalitet och vattenhalt har man infört en tillsats av träpellets. Träpelletsen doseras automatiskt för att hålla panntemperaturen på en godtagbar nivå. Enligt tillverkaren åtgår ca 3-10 % pellets av totalvolymen vid förbränning av fuktig hästgödsel.



*SWEBO – Biotherm Gen.3  
Biobränslepanna som kan som kan elda  
otorkad hästgödsel med tillsats av en  
mindre mängd träpellets  
Exempel Håggebylunds gård, Bålsta*



*SWEBO – Matningsficka för fasta  
bränslen här höstgödsel*

I Eskilstuna har företaget Kompostkungen AB importerat en Tjeckisk komposteringsanläggning för att genom satsvis varmkompostering under ca 4 dygn torka gödseln till 20-30 % vattenhalt (se föregående avsnitt om kompostering). Därmed skall den ge en effektiv förbränning i en REKA biobränslepanna på 490 kW.

### 6.2.3 Aska

Askan från hästgödsel innehåller många värdefulla växtnäringsämnen främst fosfor & kalium och kan med fördel spridas på åkermark. Det är dock svårt för hästägaren att få betalt för askan därför är en kostnadsfri hantering i dagläget en rimlig målsättning.

### 6.2.4 Lagar & regler vid förbränning av hästgödsel

Notera de speciella lagar & regler som gör att det idag krävs ett driftstillstånd för avfallsförbränning för att elda med gödsel i panna. Kontrollera detta med ansvariga på kommunen innan ni startar sådan verksamhet. Se även kap. 5

## 6.3 Biogasproduktion

### 6.3.1 Allmänt om biogasproduktion

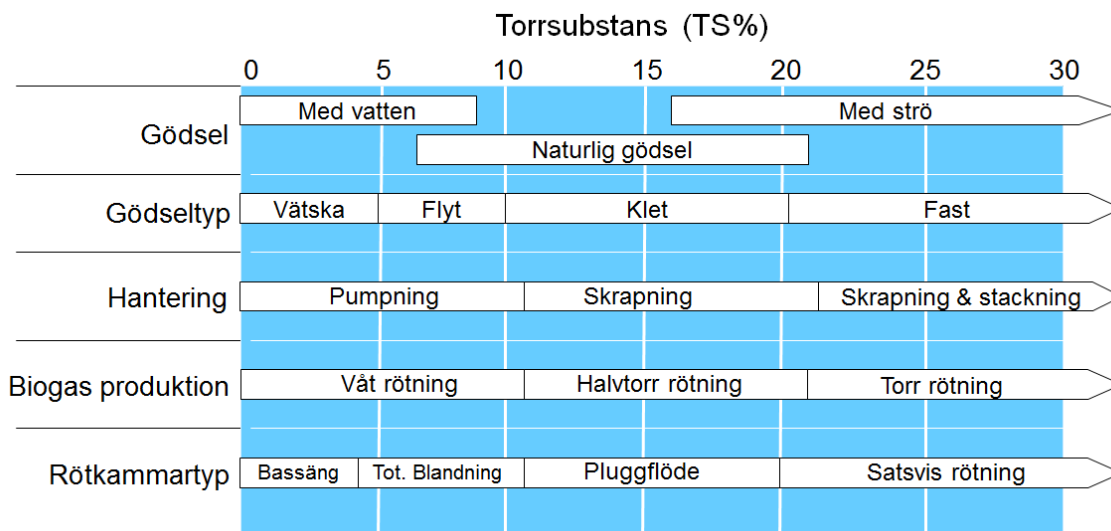
Biogas bildas vid rötning av organisk material under syrefria förhållanden. Biogas består i huvudsak av 50-70% metan och 30-50% koldioxid. Processen är mycket energieffektiv och kräver därför normalt tillskott av värme för att ha optimala förhållanden. Normalt rötar man antingen med en mesofil process vid ca +37°C eller vid en termofil process vid ca +55°C. Den mesofila processen är stabilare och långsammare medan termofila är känsligare och snabbare. En snabbare process ger en kortare uppehållstid i röt-kammaren och medger en mindre röt-kammarvolym alternativt en högre kapacitet i anläggningen.

En termofil rötning kan också efter särskild prövning av SJV godkännas som hygienisering om man kan säkerställa att all rötmassa är minst 10 timmar i

rötkammaren vid minst +52°C och en total hydraulisk upphållstid i rötkammaren på minst 7 dygn (Lindström, Biogas Brålanda, 2010).

Våtrötning är den vanligaste metoden där rötmassan är flytande och pumpbar till max ca 12 % torrsubstans (TS). Därefter kommer en halvtorr rötning upp till ca 20% TS. Torrötning avser substrat som är ar stapelbara över 25 % TS och hit hör normalt hästgödsel.

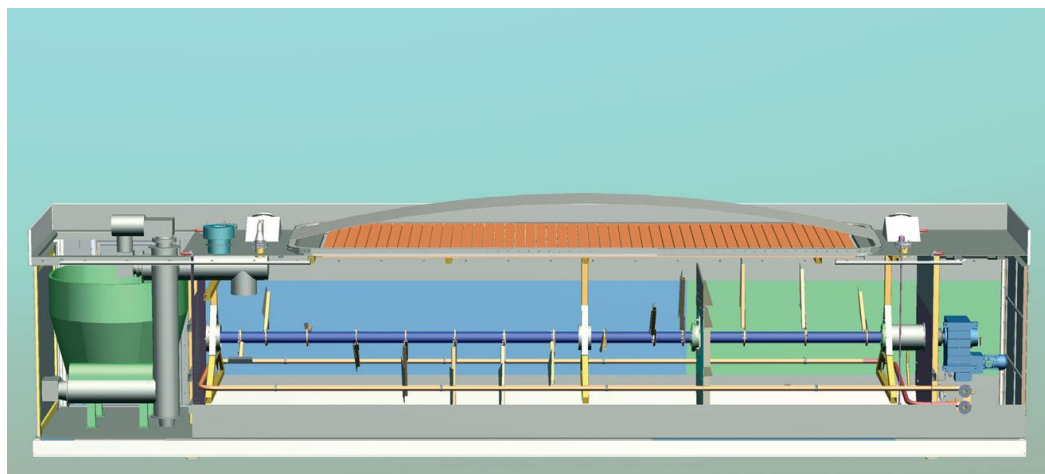
Under röttningsprocessen så minskar TS-halten delvis för att vatten bildas dessutom minskar viskositeten när materialet rötas.



*Exempel på olika system för biogasproduktion med hänsyn till gödselns torrsubstans (TS)*

Vid rötning av hästgödsel kan man välja torrötning utan tillsats av vatten eller våtrötning där man antingen blandar upp med andra flytande substrat (t.ex. flytgödsel) eller vatten.

Våtrötning är tekniskt och arbetsmässigt lättare medan torrötning kräver mer av utrustning och arbetsinsats. Olika former av halvtorr rötning kan dock vara av intresse för hästgödsel för att kunna hålla nere volymerna och energiåtgången vid uppvärmning av vatten.



*Exempel på en liggande rötkammare som lämpar sig för halvtorr (10-20 % TS) rötning. Här en komplett liten biogasanläggning i container inkl. mixer för substrat från tyska Eisenmann.(www.eisenmann.com)*

Hästgödselns kvalitet som substrat för biogas berör till stor del på vilka strömedel som används. Trämateriel såsom såg och kutterspån samt t torv är inte lämpliga då det tar alldeles för lång tid att röta med dåligt gasutbyte. Lång halm måste sönderdelas i någon form av hack eller kvarn till max 10 mm för att inte bilda svämtäcke eller störa omblandningen i röt-kammaren. Halmpelleten är det bästa strömedlet för biogasproduktion eftersom halmen i pelleten är finfördelad och därmed blir mer lättrotad med ett bättre gasutbyte.

Vid biogasproduktion vill man ha en så färsk gödsel som möjligt för att inte förlora energi i en spontan kompostering vid lagring.

Vid speciellt våtrötning är det viktigt att separera sand, grus & fasta föremål innan röt-kammaren annars riskerar man att sediment bygger upp från botten samt ökat slitage på pumpar och omrörare.



*Hennlich– AlphaFERM - Tjeckisk modulbyggd biogasanläggning för torrrotning. Systemet har testats med hästgödsel men inte i kommersiell produktion. ([www.hennlich.cz](http://www.hennlich.cz))*



*Exempel på en svensk gårdsanläggning för våtrötning levererad av Norups Gård ([www.norup.se](http://www.norup.se))*

### 6.3.2 Biogasproduktion på hästgödsel med våtrötning i Tyskland

Av alla ca 8000 gårdsbaserade biogasanläggningar i Tyskland fanns 2012 enligt uppgift endast två kommersiella biogasanläggningar som i huvudsak rötade hästgödsel.

Vid ett studiebesök i norra Tyskland under hösten 2012 besöktes en av dessa biogasanläggningar som samlar in 16 000 ton hästgödsel/år från 70 stallar med 1600 hästar i en radie upp till 50 km (enstaka större stallar 70 km). Som ett komplement för att jämna ut produktionen rötas också 2000 ton majsensilage/år.



*Tysk biogasproduktion på 16 000 ton hästgödsel/år med våtrötning där rötresten torkas och pelleteras till ekologisk gödsel. I förgrunden en mixerenhet som blandar och skär sönder gödseln innan den skruvas in i röt-kamrarna*

Hästgödsel med lång halm köps av hästägarna för 5 EUR/ton (ca 43 SEK/ton), om man använder 25-75 % av företagets finhackade halmströ eller halmpellets betalas 6 EUR/ton (ca 51 SEK/ton) och om samma strömedel används över 75 % så betalas 8,5 EUR/ton (ca 73 SEK/ton). Det är bara hästgödsel med olika former av halm som accepteras. Hästgödsel med träspån eller torv tas inte emot.

På detta sätt försöker biogasföretaget stimulera till en bättre gödselkvalitet samtidigt som man får en ökad försäljning av sitt eget strömedel. Logistiskt är det också fördelaktigt när man kan leverera sitt strömedel samtidigt som man hämtar gödsel hos hästägarna.

Hästägarna får dock betala hyra för växelflakscontainers samt transportkostnader. Vilket för många närbelägna hästägare går jämnt upp med den ersättning som erhålls.

Ett stort problem är den varierande kvaliteten på hästgödseln bl.a. med hänsyn till föroreningar som sand och grus. Detta material ger problem med sedimentation i botten på röt-kamrarna samt stort slitage på all utrustning som pumpar och separatorer. Man skall nu investera i en separator som tar bort sand och andra fasta föremål innan röt-kammaren.

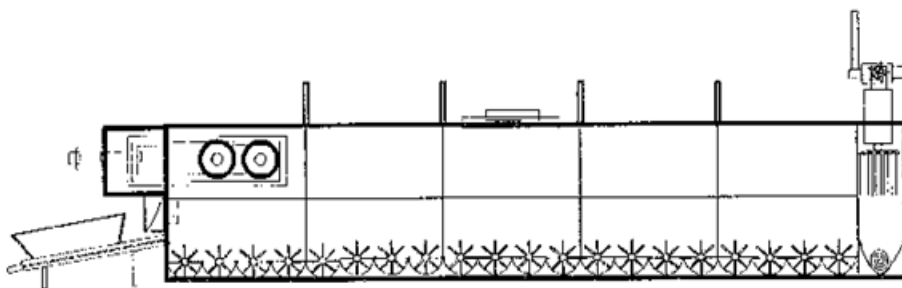
Frågan som vi ställde oss är om man inte kan undvika det mesta av sanden genom bättre rutiner vid utgödsling. Den mindre mängden gödsel som samlas in i paddocks, rastfällor etc. kan ev. hanteras separat?

För att säkerställa att gödseln är finfördelad och inte har för långa halmstrån körs den i en mixerbehållare innan den skruvas in i rötkakammaren.

Vid vårt besök hade man även stora problem med skumbildning i rötkastrarna det framgick dock inte om detta var ett större problem vid rötning av hästgödsel än vid övrig biogasproduktion. Man fick nu hjälp av det Tekniska Universitetet i Hamburg för att lösa detta problem.

Anläggningen producerar kontinuerligt 500kW el från en stor gasmotor. Värmen från gasmotorn används för att torka rötresten som sedan pelleteras och paketeras i säckar till ekologisk gödsel och jordförbättrare i trädgårdar.

Under torkningen rörs gödseln om med roterande valsar som täcker hel botten i torken. Därmed fås en snabb och jämn torkning som även kan fungera som hygienisering beroende på varmluftstemperatur och uppehållstid.



STR-20-350

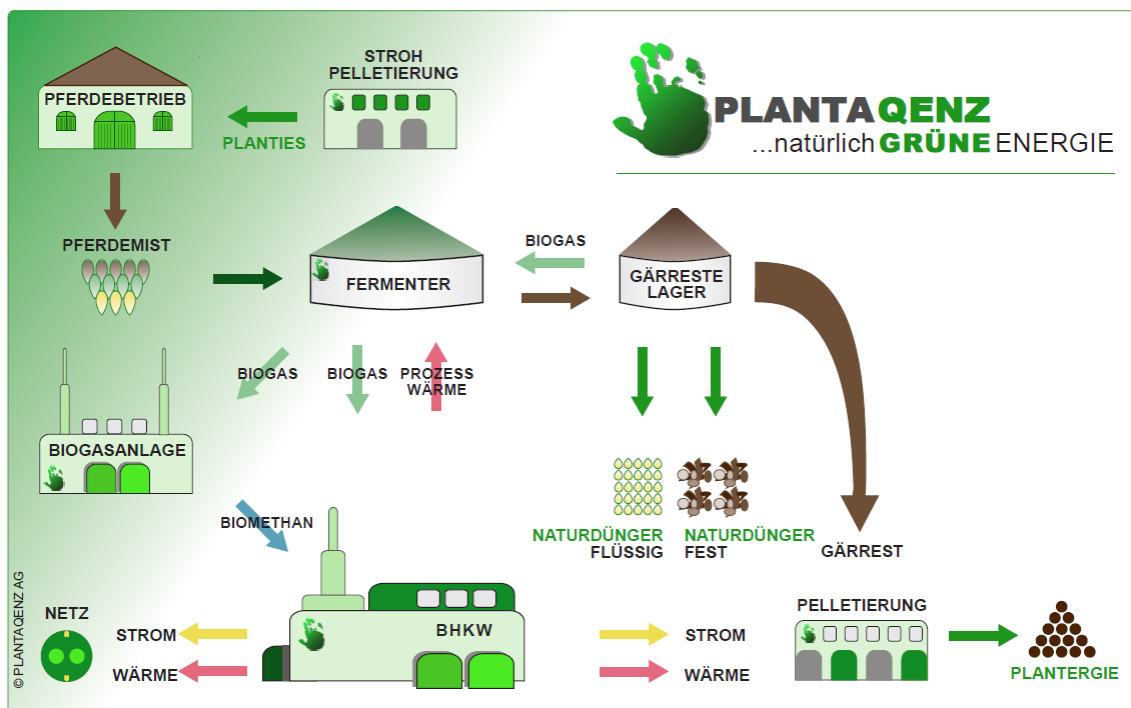
*Den tyska rotationstorken (STR) som används för torkning av hästgödsel*

Den totala investeringen för denna anläggning var ca 6,5 MEUR (ca 55 MSEK). Det produceras ca 4000 ton gödselpellets per år till kostnad av ca 70 EUR/ton.

Om vi antar att hästgödselpellets efter rötning innehåller ett energivärde på 2,5 kWh/kg så ger detta en produktionskostnad på ca. 24 öre/kWh. Detta kan jämföras med priset på träpellets som är ca 50 öre/kWh ([www.pelletspris.com](http://www.pelletspris.com), mars 2013). Vilket antyder att det även kan vara lönsamt att sälja dess pellets som bränsle.

Marknaden är främst trädgårdsodlare via detaljhandel och trädgårdsbutiker. Det är uppenbart att merparten av lönsamheten för denna biogasproduktion från hästgödsel bygger på förädlingen av rötresten. Denna typ av biogasanläggning kan idag få ca 1,20 -1,80 kr/kWh el levererad till nätet.

I Tyskland erhålls mycket förmånliga inmatningstariffer för el producerad med biogas. Om man tar tillvara värmen från gasmotorn fås en extra bonus som hjälper till att finansiera torkningen av biomassa och rötrest. Enligt de senaste tyska reglerna hör nu hästgödsel till den grupp biogassubstrat som ger +8 cent/kWh el (68 öre/kWh). Vid småskalig biogasproduktion med upp till max 75 kW el som baseras på min 80 % gödsel, betalas +25 cent/kWh el (2,13 kr/kWh el).



Systemskiss över en tysk biogasanläggningen där rötresten torkas och pelleteras till ekologisk trädgårdsgödsel

### 6.3.3 Biogasproduktion på hästgödsel med torrrotning i Tyskland

I Rosenheim utanför München producerar man sedan flera år biogas från hästgödsel i en torrrottningsanläggning. Varje år samlas 12 000 ton hästgödsel in från stallar i närområdet.

Gödseln rötas i 4 st parallella rötchammare av "garagetyp". Detta innebär att gödseln körs in med en lastmaskin och läggs i ett ca 2 m tjockt och jämnt lager. Därefter stängs gastäta dörrar och gödseln sprayas med uppvärmt vatten. Efter något dygn har syret förbrukats och röttningsprocessen startar samt biogasproduktionen ökar. Sommartid när hästgödselvolymen minskar kompletteras rötningen med ca 50% trädgårdsavfall.



Torrrottningsanläggning som rötar 12000 ton hästgödsel/år i Tyska Rosenheim i 4 rötchammare av "garage" typ.

Efter 3-4 veckor avbryts rötningen, dörren öppnas och efter noggrann ventilation tas rötresten ut med lastaren. På denna anläggning används rötresten för kompostering och produktion av trädgårdsjord i säckar.

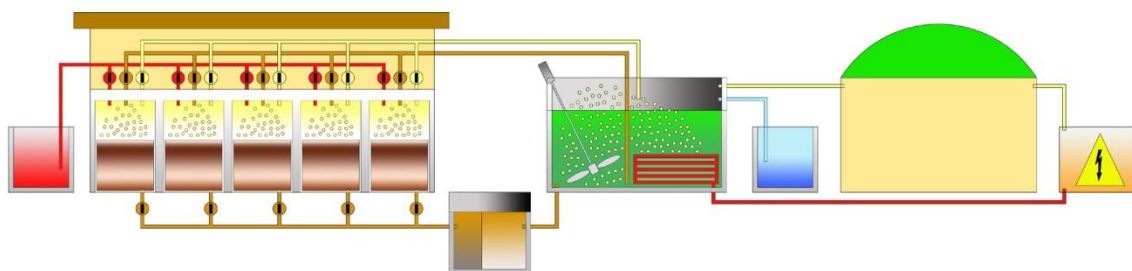


*Rötresten från hästgödseln i tyska Rosenheim komposteras och förpackas till trädgårdsjord.*

Från biogasen produceras i snitt 200 kW el och 220 kW värme. Den tyska tillverkaren av denna torrrottningsanläggning hade som tumregel att: 1 ton hästgödsel = 100 m<sup>3</sup> biogas Vilket ger ca 60 Nm<sup>3</sup> metan/ton gödsel

Denna biogasanläggning har även en mindre rötkammare för våtrötning av flytande substrat.

Vid denna typ satsvis torrrotning cirkulerar och sprayas ett perkolat (vattenlösning med organsikt material och mikroorganismer) över rötmassan hela tiden. Det betonades av tillverkaren att denna perkolat vätska måste renas från närsalter annars riskerar man att rötningen förgiftas av för höga halter av bl.a. ammoniak.



*Samma typ av torrrottningsanläggning av "garage" typ som i Rosenheim, kombinerad med en rötkammare för våtrötning från den tyska tillverkaren BAL-Biogas ([www.bal-biogas.de](http://www.bal-biogas.de)). Notera cirkulationen av perkolat genom rötkamrarna som även värmer rötmassan.*

#### 6.3.4 Hästgödsel som substrat för biogasproduktion

Beroende på strömedel och hanteringskedjor har hästgödseln varierande kvalitet som substrat för biogasproduktion.

Hästgödsel ger ett något lägre metangasutbyte än gödsel från andra djurslag. Finfördelad halm ökar biogasproduktionen. Sönderdelning av gödsel med halm kan öka biogasproduktionen upp till 50 % (Eliasson, 2011).

Gasutbytet ur normal hästgödsel anges enligt Substrathandboken (Carlsson & Udal, 2009):

Metangasutbyte	41 Nm <sup>3</sup> metan/ton gödsel (VV) 170 Nm <sup>3</sup> metan/ton VS
TS	30 %
VS	80 % (av TS)

Tyska data (Oldenburg, 2012) anger en normal blandad hästgödsel med följande egenskaper:

TS	36,8%
VS	88,8 % (av TS)
Biogaspotential	336-390 Nm <sup>3</sup> /ton TS 124-144 Nm <sup>3</sup> /ton gödsel (VV) 68 Nm <sup>3</sup> /ton gödsel (VV) vid ett antagande att

metanhalt är 55 %

Andra Tyska data för hästgödsel utan halm (KTBL, 2005):

TS	28 %
VS	75 % (av TS)
Biogaspotential	300 Nm <sup>3</sup> /ton VS
Metanhalt	55 %
Metangasutbyte	164 Nm <sup>3</sup> metan/ton TS 46 Nm <sup>3</sup> metan/ton gödsel (VV)

Enligt tyska KTBL biogaskalkylator ([www.http://daten.ktbl.de](http://daten.ktbl.de)) har färsk hästgödsel följande egenskaper:

TS	30 %
VS	84,2 %
Biogaspotential	491 Nm <sup>3</sup> /ton TS 124 Nm <sup>3</sup> /ton gödsel (VV)
Metanhalt:	52 %
Metanutbyte	64 Nm <sup>3</sup> metan/ ton gödsel

I en utredning om den svenska biogaspotentialen (Linné mfl., 2008) antas följande metanutbyte för en lagrad gödsel utan täckning och finfördelning: 120 Nm<sup>3</sup> metan/ton. Med en TS på ca 30 % ger detta 45 Nm<sup>3</sup> metan/ton gödsel.

**I denna studie antar vi att färsk hästgödsel har en TS halt på 30 % och ett metangasutbyte på 65 Nm<sup>3</sup> metan /ton gödsel.**

## 6.4 Svampodling

Hygieniserad hästgödsel är ett utmärkt substrat för champinjonodling. Dagens kommersiella champinjonodlingar sker på färdiga substrat som kommer från stora tillverkare i Europa som producerar 2-300 000 ton substrat per år. Större delen av detta kommer från hästgödsel.

Idag finns ca 20 svenska champinjonodlare som alla samordnar sina inköp av substrat från en stor tillverkare i norra Tyskland. Enligt uppgift måste man ha upp till ett 80-tal odlare innan det kan bli aktuellt med en svensk produktion av odlingssubstrat. Eftersom upp till 90 % av den svenska konsumtionen av champinjoner importeras från Europa så bör det finnas möjligheter att öka den svenska produktionen och därmed öka möjligheterna att använda hästgödsel.





*Hygieniserad hästgödsel är ett utmärkt substrat för champinjonodling*

Odlingssubstratet är normalt en blandning av hästgödsel, kycklinggödsel, halm, gips och slutligen mycelium. Ett tunt ytskikt med torvmull läggs på det färdiga substratet för att hålla fuktigheten.

Det är viktigt att hela blandningen är väl hygieniserad innan mycelet tillsätts. Annars kan andra mikroorganismer förstöra svampodlingen.

Det är bara hästgödsel med halmströ som kommer ifråga för svampodling.

Efter normalt 3 skördar så byts substratet ut och det gamla substratet utgör en utmärkt kompost där halmen har brutits ned av svamparna

Hästgårdarna som vi besökte i december 2012 utanför Hamburg använde alla halm och deras hästgödsel blev hämtad av svampsubstratproducenterna utan kostnad. Gödseln samlades upp i växelflakscontainers.

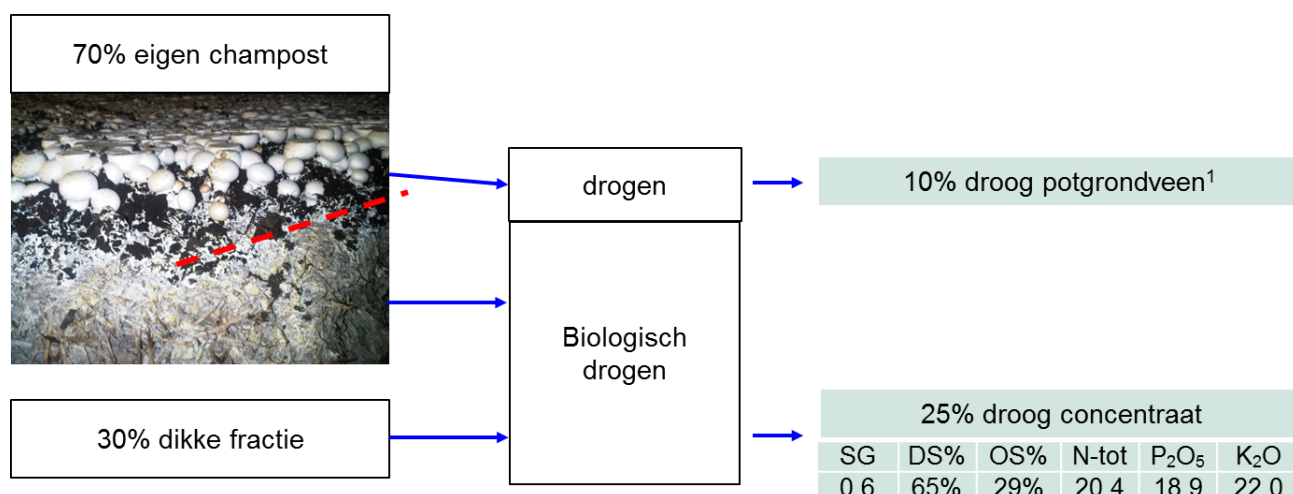


*En växelflakscontainer fylld med halmrik hästgödsel utanför Hamburg, redo att bli hämtad utan kostnad av företag som producerar odlingssubstrat för champinjoner.*



Holländsk kombinerad biogas, kompostering, växthusproduktion & svampodling (Elsinga, 2013)

I Holland finns det anläggningar som kombinerar biogas, kompostering, svampodling och växthusproduktion. På en sådan anläggning kan man få en optimal energibalans när det sker lokal produktion av el, värme och CO<sub>2</sub>. Dessutom tas det använda substratet om hand i en kompostering till ett naturligt gödselmedel som används bl.a. i växthusen (se fig. nedan).



Exempel på återvinning av odlingssubstrat i en holländsk champinjonodling (Elsinga, 2013)

Miljömässigt är champinjonodling en effektiv återvinningsmetod.

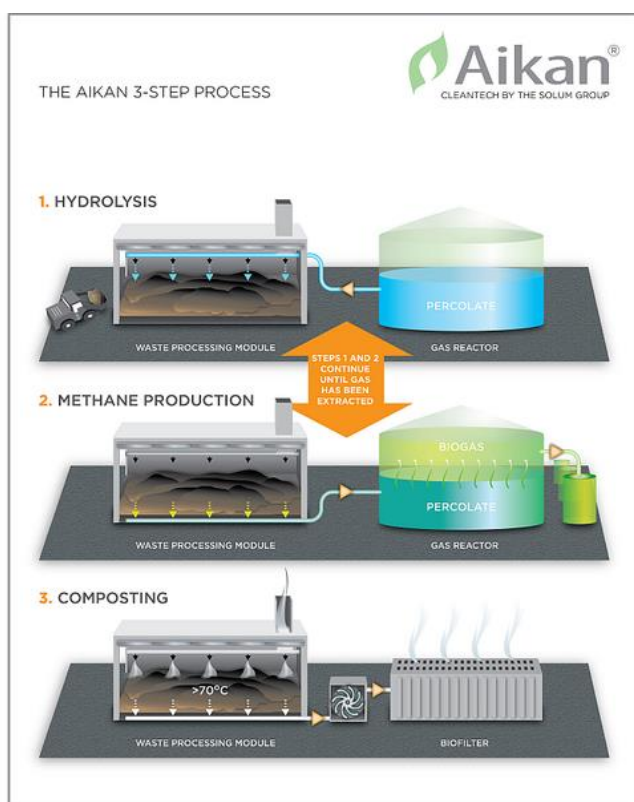
1. Vetehalmen från fälten är en restprodukt efter tröskning.
2. I häststallet används halmen som strö till och hästägaren blir av med ett avfallsproblem när hästgödseln kan användas för champinjonodling.
3. Champinjonodlaren behöver hästgödseln för att tillverka en lämplig kompost som odlingssubstrat till sin champinjonodling.
4. Efter avslutad champinjonodling har svampmycelet omvandlat hästgödseln och halmen till ett näringsrikt jordförbättringsmedel och kretsloppet är slutet. Tack vare svampmycelets nedbrytande inverkan kan växterna tillgodogöra sig halmen och hästgödselns näringsämnen.

## 6.5 Alternativa system

Det finns system som kombinerar biogasproduktion och kompostering i samma anläggning.

En sådan är Aikan systemet från danska Solum som använder sig av en 3-steps process med hydrolys, rötning och kompostering i kammare av "garage" typ. Solum har dock ännu inte använt systemet för hästgödsel. Under komposteringen skall man kunna uppnå minst +70°C i en timme för att få en godkänd hygienisering.

Fördelen är att slippa flytta gödseln mellan rötning och kompostering. Frågan är om det ekonomiskt försvarbart att låsa upp den dyrare rötningsskammaren för komposteringsprocessen. Detta under förutsättning att man med termofil rötning (min.+52°C) kan få en godkänd hygienisering och därmed kompostera i ett enklare system.



*Solum – Aikan – Danskt kombinerat system för faströtning & kompostering i samma container*

Det finns många modulbyggda biogasanläggningar av containertyp på marknaden. Fördelen är att de är lätta att installera och flytta. Om man av någon anledning vill expandera eller sluta med biogasproduktion går det lätta att lägga till en modul alternativt sälja anläggningen vidare. De flesta av dessa anläggningar är småskaliga och lämpar sig för gödselvolymerna från 30-100 hästar.



*Schmack– EUColino - Tysk biogasanläggning i container med en 200m3 liggande rötchammare*

## 6.6 Strömedel

### 6.6.1 Allmänt om strömedel till hästar

Strömedel för hästar har följande huvuduppgifter:

1. Utgöra en komfortabelt och värmeisolerande underlag
2. Suga upp vatten, urin och gödsel
3. Minska gaser från urin & gödsel främst ammoniak

*Tabell 13. Vatten & ammoniakbindande förmåga hos olika strömedel  
(Teknik för Lantbruket 81, JTI 2000, Kapuninen, 1992 efter Vahalla 1982)*

Strömedel	Vattenbindande förmåga kg vatten / kg TS	Ammoniakbindande förmåga % av TS
Sågspån	1,9	0,24
Kutterspån	4,6	-
Långhalm havre	3,3	0,5
Långhalm korn	3,3	0,85
Hackad halm	3,6-4	0,25
Torv pH 3,6-4	7,5-12	1,0-1,8
Torv pH 3,5	7,5-12	1,4-2,0

Notera att sågspån både suger upp och binder ammoniak sämst. Halm suger upp bättre medan den binder ammoniak dåligt. Torven både suger upp och binder ammoniaken bäst.

Kväve förekommer i två former i stallgödsel. Dels som direkt växttillgängligt ammoniumkväve och dels om organiskt bundet kväve, som långsamt blir växttillgängligt genom mineralisering. Ammoniumkvävet kan vid lagring avgå till atmosfären som ammoniak.

Strömedel bidrar till att binda kvävet organiskt därför kan stora mängder strömedel kortsiktigt ge skördesänkningar när det minskar det lättillgängliga ammoniumkvävet. Långsiktigt frigörs dock detta kväve för växterna.

### 6.6.2 Halm

Halmströ kan vara naturligt långstråig, hackad eller som halmpellets. Om halmen skall fungera bra för spridning, kompostering eller biogasproduktion är det önskvärt att den är så finfördelad som möjligt. För biogasproduktion bör strå längden inte vara över 10 mm för att inte försvåra omrörning samt för att minska risken för svämtäcke.

Vid förbränning av halm ökar mängden alkaliska ämnen i rökgaserna och bl.a. klorhalten som kan upphövet till korrosiv saltsyra. Dessutom fås mycket höga askhalter (7-8 %).

Hästgödsel för svampodling bör dock ha längre halmstrån då de ger den önskade strukturen i odlingssubstratet.

Det är bra om halmen kan sönderdelas så att strået sönderdelas och öppnas upp så mycket som möjligt med t.ex. någon form av kvarn som trasar sönder strået. Det finns nu speciellt sönderdelad halm som kallas "Biogashalm" ([www.halmpellets.se](http://www.halmpellets.se)) som är avsedd som ett strö som skall ge en bättre gödsel för biogasproduktion.

För spridning på åkermark bör färsk hästgödsel med långstråig halm antingen sönderdelas i någon form av mixer eller kvarn eller komposteras. Alternativt lagras hästgödseln och komposteras ett antal månader för att halmen skall brytas ned och bli lättare att hantera & sprida.



*Långstråig halm*



*Hackad halm*

### 6.6.3 Halmpellets

Vid användning av halmpellets lägger man normalt ut ett jämnt lager som får bilda en bädd.

På denna bädd tar man sedan dagligen bort hästgödseln från ytan och tillför vid behov mindre mängder halmpellets (ca 2 kg/box, dag) för att hålla ytan torr och komfortabel. På detta sätt fås ett lättarbetat system med små mängder gödsel att hantera.

Halmpellets upplevs av många som dyrt, då rör det sig förmodligen om inköp av småsäckar i små volymer för ca 4-4,50 kr/kg (inkl. moms). Vid rationella inköp av större volymer i t.ex. storsäck har priser ned till 3,00 kr/kg (inkl. moms) fritt gården rapporterats. Samordnade inköp kan m.a.o. ge stora besparingar.

Det är dock viktigt att alla som har hand om hästarna i ett stall lär sig att hantera halmpelletsen på rätt sätt. Annars kan fördelarna bytas ut mot irritation över hög förbrukning och höga kostnader.

Vi halmpelletering sönderdalas normalt halmen i en hammarkvarn till ett pulver innan pelleteringen. Detta gör att när halmpelletsen trampas sönder bildar de ett pulverliknande material som har hög absorptionsförmåga och är mycket lämpligt för kompostering och biogasproduktion.



*Halmpellets*

Halmpellets tillverkas normalt i storlekar med en diameter på 6-8 mm. Leverans sker antingen i små plastsäckar på 13-20 kg (lastade på pallar), storsäck på ca 550 kg eller i lösvikt som bulkvara. Det är viktigt att halmpelletsen är tillverkas med en lämplig hårdhet, blir den för lös faller den sönder under hanteringen och ger mycket fina partiklar och damm. Men blir halmpelletsen för hård så kan hästarna inte trampa sönder dem och det kan krävas extra bearbetning eller vattning för att ge ströbädden rätt struktur. Vattning av ströbädden rekommenderas normalt inte då det ger onödig fukt som kan starta oönskad bildning av mikroorganismer som t.ex. mögel. Dessutom minskar förmågan att suga upp urin.

En fördel med halmpellets är att den genomgår en värmebehandling vid själva pelleteringen som därmed avdödar alla mikroorganismer. Men om inte pelletsen kyls ned och luftas tillräckligt innan packeteringen så finns en stor riska att det bildas kondens som ger att mögel kan bildas innan halmpelletsen används.

Det skulle vara bra med någon form av kvalitetssäkring för halmpellets för att undvika nämnda problem och bidra till en ökad användning av detta fördelaktiga strömedel.

#### 6.6.4 Torvströ

Torv som användas som strömedel för hästar skall vara låghumufierad vilket innebär att den är ljus brun och har tydliga spår av växtrester.

Torv har den bästa förmågan att suga upp vätskor samt att binda kvävet i gödseln. För kompostering av hästgödsel lämpar sig torvströ utmärkt medan det är sämre för förbränning och biogasproduktion.

Torven är uppskattad vid kommersiell kompostering till jordförbättringsprodukter. Men vid spridning av torvblandad hästgödsel på åkermark bör man beakta att kvävet behöver längre tid för att bli tillgängligt för växterna samt att den kan sänka PH-värdet i marken.

Förbränning av torv ger samma problem som med halm och kräver pannor som är anpassade för detta.



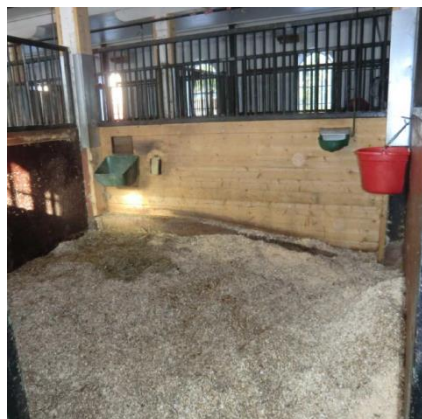
*Torvströ*

#### 6.6.5 Spån

För hästar används i första hand kutterspån som har mycket bättre vattenuppsugande förmåga än sågspån.

Strömedel från trä lämpar sig bäst för förbränning och sämre för kompostering. För biogasproduktion är träbaserade strömedel direkt olämpliga då ligninet i träet som binder samman cellulosan är svår att bryta ned i rötningsprocessen.

Det finns även olika blandningar av torv och kutterspån s.k. torvmix och för dessa strömedel gäller i huvudsak detsamma som för träspån.



*Kutterspån*



*Blandning torv & spån*

### 6.6.6 Träpellets

Många hästägare använder hästpellets främst därför att de är upp till 40 % billigare än halmpellets. Det finns ont om dokumentation om detta strömedel till hästar men enligt många hästägare verkar det fungera bra. Träpellets består av finmalt mycket torrt trämjöl som frigörs när den trampas sönder. Uppsugningsförmågan bör vara på minst samma nivå som kutterspån. I övrigt så bedöms träpelletsen ha likartade effekter på hästgödseln som sågspån.

Tabell 14. Strömedlens lämplighet för olika användningsområden

Strömedel	Kompost	Biogas	Förbränning	Svampodling
Långstråig halm	+++	-	-	+++
Hackad halm	+++	++	+	+
Halmpellets	+++	+++	+	-
Torv	+++	-	+	-
Sågspån	+	-	+++	-
Kutterspån	+	-	+++	-
Träpellets	+	-	+++	-

+++ Mycket lämplig ++ Lämplig + Mindre lämplig - Ej lämplig

## 6.7 Gödselhantering, lagring & transport

### 6.7.1 Allmänt om lagring & transport

För lagring finns i huvudsak följande system:

1. Lagring i stuka på åkermark
2. Konventionell hantering med en gödselplatta utanför stallet.
3. Containersystem där gödseln lagras i en container utanför stallet.

### 6.7.2 Stuka

Lagring i stuka på åkermark förekommer i första hand vid mellanlagring där hästgödseln kan komposteras innan spridning på närliggande åkermark. Här är det viktigt att gödseln har gott om strömedel som binder kvävet att lagring sker på styv jord som inte ger växtnäringsläckage samt att stukan inte finns i närheten av sjöar eller vattendrag. Vid den spontana kompostering som sker i en stuka minskar vikten ca 10 %.

### 6.7.3 Gödselplatta

Vid konventionell hantering med en gödselplatta utanför stallet lastas gödseln efter lagring för spridning på närliggande åkermark eller till kommersiell användning. Vid denna lagring uppstår en kompostering som minskar gödselvolymen till upp emot hälften dessutom minskar totalvikten ca 5-10%. Detta ger minskade transportkostnader.

### 6.7.4 Containersystem

En tät container som placeras utanför stallet kan utgöra temporärt gödsellager. När containern är full hämtas den med ett lastväxlarfordon normalt en lastbil för transport till mellanlager i stuka nära åkermark eller till någon form av kommersiell användning av gödseln.

Om samma container kan användas för att leverera t.ex. strömedel till stallet så kan transportkostnaderna reduceras.

Enligt en JTI studie (Hammar, 2001) så fann man att det billigaste systemet är att sprida hästgödseln på åkermark, till en kostnad på 98 kr/ton. Att transportera gödseln till övrig kommersiell användning var dubbelt så dyrt, 253 kr/ton. Det dyraste alternativet var att deponera gödseln till en kostnad av 757 kr/ton, ett alternativ som nu inte är tillåtet med degens regelverk.

Samma undersökning kommer fram till att för små anläggningar med 5-10 hästar är det billigast om en närliggande lantbrukare hämtar gödseln på gödselplattan. För stallar med mer än 10 hästar är containersystemet billigast om gödseln slutanvänds på åker

För ett stall med mer 30 hästar kan en egen snabbkompostering för spridning på åkermark vara lönsam om dagens alternativ är transport till annan kommersiell användning.

Idag finns det många olika entreprenörer som samlar in hästgödsel från stallar som inte har tillgång till mark för spridning eller annan avyttring. Dessa firmor hyr normalt ut växelflaks-containrar per månad och tar en fast avgift per hämtning. Hyreskostnaden för en 20 fots växelflakscontainer ligger mellan 500-700 kr/månad. Hämtningskostnaden varierar givetvis med avståndet men kostnader men 600-1500 kr har noterats. Olika entreprenörer tar ofta en mottagningsavgift vid t.ex. en komposteringsanläggning utanför Stockholm tar man t.ex. 0 kr/m<sup>3</sup> för torvgödsel som kan användas till matjord och 40 kr/m<sup>3</sup> för halm och spångödsel som används för spridning på åkermark. En annan komposteringsanläggning i Göteborg tar 240 kr/m<sup>3</sup> för all hästgödsel oavsett strömedel.

Ett bra sätt att få ned kostnaderna för hästgödselhanteringen är att minska volymen. Som redan nämnts får vi genom kompostering får vi ned volymen upp till 50 %.

Ett tyskt företag Hippocon ([www.hippocon.com](http://www.hippocon.com)) har lanserat en enhet som sönderdelar och matar in hästgödsel i en sluten container för att på så sätt få mer gödsel per transport. Dessutom är gödsel väl sönderdelad för t.ex. kompostering och biogasprodukt



*Hippocon – Tyskt containersystem med rivare & komprimator för lägre transportkostnader och bättre gödselkvalitet.*



För att underlätta och förbilliga logistiken och planera hämtningen av gödsel containrarna i rätt tid kan man tänka sig olika nivåsensorer som kontinuerligt mäter fyllningen. Dessa system ger automatiskt transportören en prognos när det är dags att hämta och byta ut containern. Det finns idag flera sådana system på marknaden.

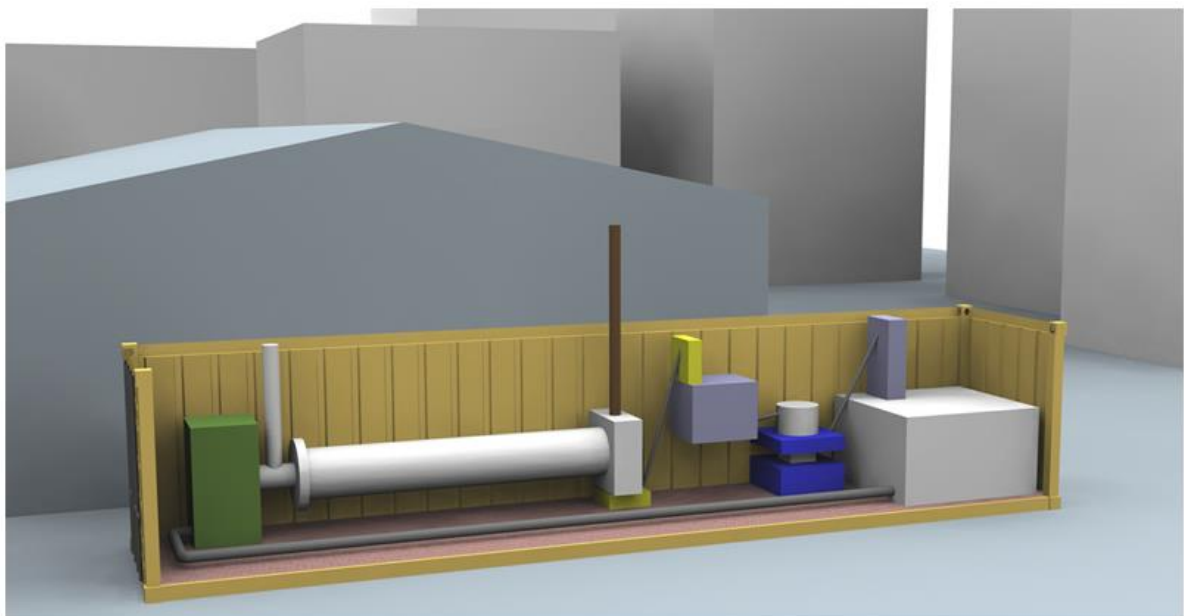


*Noticia – Ett exempel på ett svenskt system för automatisk övervaknings & larmsystem för fyllnadsgraden i behållare. Kommunicerar via mobilnätet & Internet*

### 6.7.5 Återvinning av strömedel

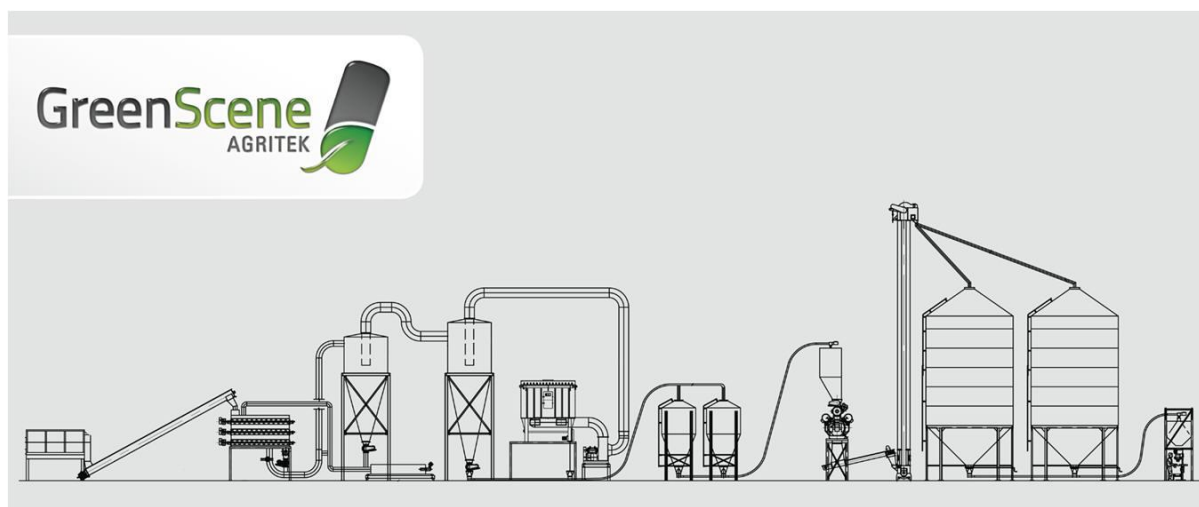
Det finns idag ett par projekt där man avser att återvinna strömedel från främst träspån i hästgödsel.

Ett företag ReTreck AB ([www.retreck.se](http://www.retreck.se)) i Linköping har testat ett system där man separerar ut spånet ur hästgödseln för återanvändning. Tanken är att torka och pelletera hästgödseln till biobränsle.



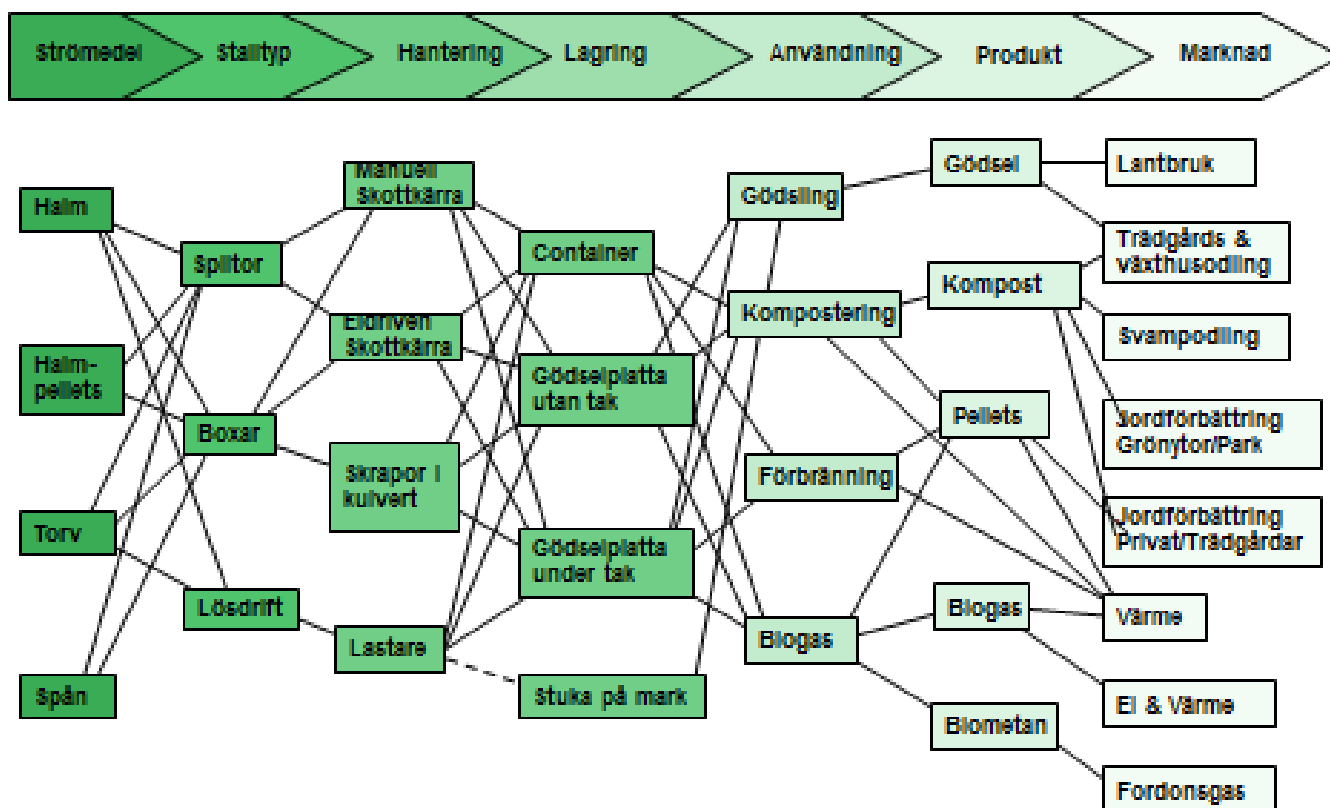
*Med systemet PelTreck vill företaget ReTreck separera ut och återanvända strömedlet i hästgödseln och producera pellets av den torkade gödseln. (ReTreck AB)*

Ett annat svensk företag 1One AB ([www.1one.se](http://www.1one.se)) har för avsikt att anpassa det kanadensiska systemet Green Scene Agritek för den Europeiska marknaden. Systemet separerar ut spånet från hästgödseln, hygieniserar och torkar det med värmebehandling för återanvändning.



System från kanadensiska Green Scene Agritek som separerar ut spån från hästgödseln för återanvändning (1 ONE AB)

## Hanteringskedjor för hästgödsel



## 7. Hästgödsel till biogasproduktion i Göteborgsregionen

Baserat på enkäten till de 116 hästföretagarna i Göteborgregionen görs följande antagande:

- Den totala mängden färsk hästgödsel uppskattas till 18 697 ton/år
- Den totala gödselmängden från halm och halmpellets är 6 210 ton/år
- 25 % av hästföretagarna köper tjänst för gödseltransport
- 43 % sprider gödseln på egen mark
- 32 % samarbetar med en lantbrukare för att bli av med gödseln
- Tot. kostnad för gödselhantering: köpt tjänst + 60 % samarbete med lantbruk = 1 417 000 kr/år
- TS halt på 30 % och ett metangasutbyte på 65 Nm<sup>3</sup> metan/ton gödsel.

Enligt olika tyska experter så behövs minst 10 000 ton hästgödsel/år för att bygga en biogasanläggning för hästgödsel. Detta motsvarar att 53 % av all hästgödsel hos dessa företagare. Om alla som köper in gödseltransport samt 60 % av alla som samarbetar med en lantbrukare levererar sin hästgödsel till en biogasanläggning så motsvarar det 44 % eller 8 260 ton hästgödsel/år. Den gödsel som är halmbaserad är ca 6 200 ton/år. Det ser med andra ord svårt ut att få in en tillräcklig mängd gödsel för att motivera en biogasanläggning endast för hästgödsel.

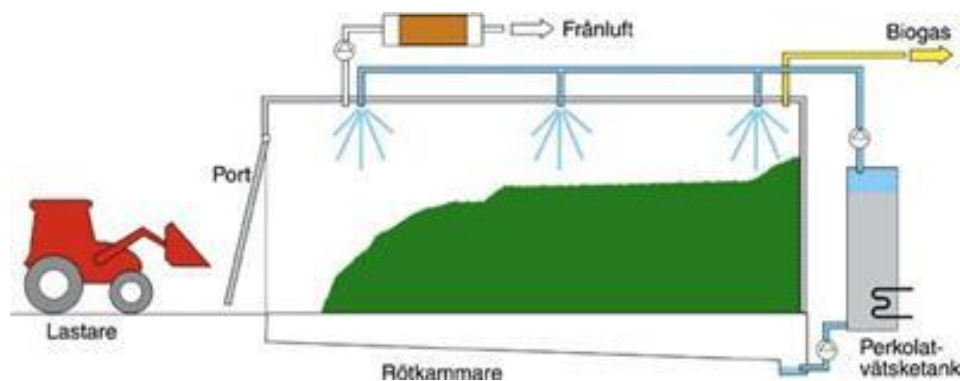
8 620 ton hästgödsel ger ca 560 300 Nm<sup>3</sup> metan/år (5,5 GWh) . Detta motsvarar 116 Nm<sup>3</sup> Biogas/tim (55 % metan). Denna produktionsvolym är för låg för att kunna motivera en lönsam investering i uppgradering av biogasen till fordonsgas.

I Sverige får vi endast ersättning för elcertifikat som extra bonus vid leverans av förnyelsebar el till nätet. Med dagens låga priser på både på elmarknaden och för elcertifikat är biogasproduktion baserad på endast el olönsam om man inte konsumerar det mesta av elen själv samt kan få bra betalt för gasmotorns värme. Vid normal biogasproduktion med en gasmotor fås ca 1/3 el och 2/3 värme. Av den totala energin i biogasen kan normalt ca 40% användas som extern värme. I denna rapport bedöms inte el och värmeproduktion vara ett lönsamt alternativ.

Enligt erfarenheter från olika biogasprojekt där man transporterar gödsel till biogasanläggningar så går det en ekonomisk gräns för transporter längre än 30 km. Därmed är det viktigt att en ev. biogasanläggning i Göteborgsområdet placeras centralt i förhållande till hästföretagen.

För att hålla nere produktions och transportkostnaderna bör möjligheten till torrrotning prioriteras av följande skäl:

- Mindre vatten att värma upp
- Mindre mängd rötrest att behandla och transportera
- Mindre känslighet för sand och grus i röt-kammaren
- Mindre krav på förbehandling och finfördelning av gödseln
- Kompaktare biogasanläggning med mindre röt-kammare.



Exempel på ett torrrotningssystem av "Garage typ" (Bioenergiportalen)

Om räknar om dagens årliga kapitalkostnad för hästgödselhantering på 1 417 000 kr/år för en anläggning:

Avskrivning: 20 år

Kalkylränta: 4 %

Motsvarar detta en total investering på max: 15 500 000 kr vid samma kostnadsläge för hästägarna.

För att kunna motivera en biogasanläggning för hästgödsel med tillräckligt hög produktion och lönsamhet i Göteborgsregionen så behövs något eller flera av följande:

- Öka tillgången hästgödsel för biogas till minst 10 000 ton/år
- Producera högvärdig kompost av rötresten till trädgårdar och jordförbättring
- Samröta hästgödsel med andra organiska avfallsprodukter.

## 8. Ekonomi och lönsamhet för olika hästgödselsystem

### 8.1 Allmänt om Ekonomi & lönsamhet

Följande alternativ för hästgödselhantering anges i rangordning med avseende på låga kostnader för hästägarna:

1. Förbränning i pannor för värme (Kräver miljötillstånd)
2. Hästgödsel som lagras och används direkt inom lantbruket
3. Biogasproduktion till fordonsgas
4. Kompostering till gödsel & jordförbättring

### 8.2 Transportkostnader

I ett exempel på transport av grönmassa till en biogasanläggning med avstånd på 30 km var transportkostnaden med lastbil 0,40 öre/kg TS (Martins, 2009). Detta ger uppskattningsvis en transportkostnad på ca 130 kr/ton vilket ger en kostnad på 1300 kr/häst, år. Vid motsvarande transporter av grönmassa med växelflak och släp och ett medelavstånd på 17 km var kostnaden 0,20 kr/kg TS (Ström, 2010) vilket ger 66 kr/ton gödsel och ca 660 kr/häst, år.

En uppskattad kostnad på gödseltranort med lastbil och växelflakscontainer är 100 kr/ton färsk gödsel vilket ger 1000 kr/häst, år.

Hyreskostnaden för en 20 fots växelflakscontainer ligger mellan 500-700 kr/månad. Hämtningskostnaden varierar givetvis med avståndet men kostnader men 600-1500 kr har noterats. Vi antar här att en container för 25 hästar som hämtas var 14:e dag i 10 månader kostar ca 240 kr/häst, år eller 30 kr/ton gödsel.

I denna förstudie uppskattar vi transportkostnaderna med lastbil till 100 kr/ton färsk gödsel.

Vi uppskattar dessutom containerhyran till 30 kr/ton färsk gödsel.



Exempel transport av gödsel i växelflakscontainers (Finell Transporter)

### 8.3 Förbränning

Förbränning av hästgödsel med dagens biobränslepannor är det för hästägaren billigaste alternativet. Förbränning av hästgödsel ger billig energi men kräver ändringar av lagar & regler för att kunna utföras utan krångliga dyra miljötillstånd. Detta gäller även vid förbränning av gödselpellets. Det är mycket tveksamt om förbränning av hästgödsel är lönsam om alla regler för avfallsförbränning skall uppfyllas. Det pågår utredningar för att se om man kan förenkla regelverket kring detta.

Ekonomi i hästgödsel förbränning beror på priserna på alternativa biobränslen främst träflis och träpellets. Priset på träflis ligger idag på ca 20-30 öre/kWh medan träpellets säljs för ca 50 öre/kWh.

Om man antar att hästgödsel innehåller 4 kWh/kg och ger den ett värde på 20 öre/kWh skall den som bränsle få kosta maximalt 800 kr/ton för att kunna konkurrera med träflis. Förmodligen behövs ett betydligt lägre pris kring 500 kr/ton (12,5 öre/kWh) för att motivera merinvesteringen i förbränning av hästgödsel.

Vid förbränning på den egna gården med låga hanteringskostnader kan den större delen av energivärdet på hästgödseln tas som en besparing. Om gödseln skall transporteras till en förbränningsanläggning så kommer värdet att reduceras med den uppskattade transportkostnaden på 100 kr/ton gödsel samt containerkostnaden på 30 kr/ton gödsel.

Pannan skall vara anpassad för förbränning av fuktiga bränslen med 30-40 % vattenhalt. Hästgödsel måste normalt torkas till ca 30 % vattenhalt för att ge bäst effekt i pannan. Ett undantag är pannor som doserar torrt träbränsle för att underhålla förbränningen med fuktig hästgödsel upp till 50 % vattenhalt.

Såg och kutterspan är lämpligast som strö vid förbränning. Halmströ och torv kräver pannor som är anpassade för den aggressivare rökgasen.

Värdet på torr hästgödsel (30 % TS) till förbränning bedöms till 300-500 kr/ton beroende på transportavstånd.

#### 8.4 Direkt till lantbruk

Hästgödsel som lagras och används direkt inom lantbruket är det näst mest kostnadseffektiva. Här bör ett gott samarbete med lokala lantbrukare vara det första alternativet att pröva.

Ett gott exempel är initiativet från Fjärås Lantmannaförening där man gick ut till alla lantbrukare i norra Halland och förmedlade gödsel från hästägarna i området. Bakgrunden var att man ville hjälpa sina kunder när Kungsbacka kommun stängde mottagningen av hästgödsel till sin deponi. Projektet har varit mycket lyckat.

Enligt en studie (Hammar, 2001) har vanlig hästgödsel ett växtnäringsvärde mellan 27-27 kr/ton. Dessutom finner man i samma studie att spridning av hästgödsel på åker kostar 98 kronor per ton vilket skulle ge en kostnad på ca 980 kr/häst, år. Om växtnäringsvärdet räknas in så blir kostnaden ca 700 kr/häst, år.

#### 8.5 Biogasproduktion

Vid svenska studier (Eliason, 2011) brukar produktionskostnaden för biogas vara ca 40-60 öre/kWh.

Produktion av uppgraderad biogas till biometan som drivmedel ger den bästa lönsamheten vid stora volymer på över 300 Nm<sup>3</sup> biogas/tim. Detta kräver rötning av ca 20 000 ton hästgödsel/år vilket är svårt att samla in i Göteborgsregionen.

En biogasanläggning för 8 000 ton hästgödsel/år med hygienisering kostar uppskattningsvis ca 16,5 MSEK . En uppgradering för denna biogas på 100 Nm<sup>3</sup> rå biogas/tim kostar ytterligare ca 4 MSEK . Detta ger en total produktionskostnad på ca 45 öre/kWh.

Om vi antar att produktionskostnaden för biogas är 50 öre/kWh och uppgraderingen kostar 15 öre/kWh så blir den totala produktionskostnaden för uppgraderad biogas ca 65 öre/kWh. Till detta kommer kostnader för kompressorer, flak för lagring och distribution av gasen samt driften av gasmacken på ca 25 öre/kWh. Om priset för biometan för fordon är 1,35 kr/kWh (Fordonsgas maj 2013) så finns det en marginal kvar på ca 45 öre/kWh att fördela och betala för hanteringen av hästgödseln.

Enligt en studie av JTI ( Hammar, 2001) kostar containerhantering av hästgödsel till övrig användning 223 kr/ton. Om vi antar att det vid biogasproduktion kostar 230 kr/ton färsk gödsel för hantering och transport med växelflakscontainers så motsvarar detta ca 36 öre/kWh.

Med kostnadsoptimering innebär detta att det bör finnas vissa möjligheter att få en lönsam biogasproduktion från hästgödsel.

För lönsamheten är det idag mycket viktigt att rötresten från biogasproduktionen går att avyttra som certifierad biogödsel (t.ex. enligt SPCR 120). Utan detta är det idag svårt att få avsättning för rötresten utan riskera höga kostnader.

För att kunna genomföra ett projekt med produktion och uppgradering av biogas är det mycket viktigt att ha avtal klart innan byggstart med något av de gasbolag som distribuerar och säljer fordonsgas i Sverige.

I Sverige får vi endast ersättning för elcertifikat som extra bonus vid leverans av förnyelsebar el till nätet. Med dagens låga priser på både på elmarknaden och för elcertifikat är biogasproduktion baserad på endast el olönsam om man inte

konsumerar det mesta av elen själv samt kan få bra betalt för gasmotorns värme. Det krävs ett elpris på minst 1,20 Kr/kWh för att motivera biogasproduktion baserad på elproduktion till nätet. Vid normal biogasproduktion med en gasmotor fås ca 1/3 el och 2/3 värme. Av den totala energin i biogasen kan normalt ca 40% användas som extern värme. I denna rapport bedöms inte el och värmeproduktion vara ett lönsamt alternativ.

För att säkerställa lönsamheten i biogasproduktion bör en förädling av rötresten övervägas i form av kompostering till jordförbättring och trädgårdsgödsel.

Samrötning med olika former av organiskt avfall ger mer biogas men här kan det vara svårt att få stabil tillgång då nästan allt lättillgängligt avfall av denna typ redan används dessutom i konkurrens mellan biogasanläggningarna.

## 8.6 Kompostering

Vid kommersiell kompostering är den stora utmaningen att ha en godkänd hygienisering.

Värdet för hästgödseln är här beroende av vilka slutprodukter som tas fram. Säckad kompost till trädgårdar har ett högre värde än jordförbättring till t.ex. gräsmattor.

Vid ett studiebesök i Tyskland så hade man produktionskostnader för torkad pellets från bioasproduktionens rötrest på 70 EUR/ton (616 kr/ton). Man sålde sedan dessa pellets som ekologisk gödsel i små 4 kg's plastsäckar för upp till 2 EUR/kg (17 000 kr/ton) vilket verkar vara en god affär.

Entreprenörerna tar oftast en mottagningsavgift vid t.ex. en komposteringsanläggning utanför Stockholm tar man t.ex. 0 kr/m<sup>3</sup> för torvgödsel som kan användas till matjord och 40 kr/m<sup>3</sup> för halm och spångödsel som används för spridning på åkermark. En annan komposteringsanläggning i Göteborg tar 240 kr/m<sup>3</sup> för all hästgödsel oavsett strömedel.

Om hästgödsel väger ca 500 kg/m<sup>3</sup> så motsvarar dessa mottagningsavgifter 80-480 kr/ton gödsel. Vilket ger en kostnad på ca 800-4800 kr/häst, år.

Enligt en studie (Hammar, 2001) ger en väl komposterad gödsel ett mervärde upp till 20 kr/ton Enligt samma studie hade hästgödsel med halm ett växtnäringsvärde på 45 kr/ton jämfört med hästgödsel med spån 44 kr/ton och torv 35 kr/ton. Vid spridning på åkermark skulle detta ge ett värde för komposterad hästgödsel på ca 450 kr/häst, år. Detta kan förmodligen täcka kostnaderna för spridning på närliggande åkermark.

I samma studie (Hammar, 2001) var den totala kostnaden för snabb eller varmkomposterad gödsel 300 kr/ton för en anläggning med 120 hästar vilket ger en kostnad på 3000 kr/häst, år. Om växtnäringsvärdet räknas in så blir det ca 2550 kr/häst, år. Detta motsvarar vad många hästägare betalar idag för hämtning av hästgödsel till olika komposteringsanläggningar.

Om vi antar en containerhyra 30 kr/ton, transport 100 kr/ton och mottagningsavgift 100 kr/ton ger det en total kostnad fritt komposteringsanläggningen på 230 kr/ton färsk gödsel. Vilket motsvarar 2300 kr/häst, år. Denna summa motsvarar väl de belopp som angivits som kostnad för gödselhantering av många hästägare.

Om mervärdet i förädlingen av komposten till trädgårdsjord m.m. räknas in kan kostnaderna reduceras och dessutom skulle mottagningsavgifterna kunna tas bort.

Med dagens system för kompostering verkar det svårt att få bort kostnaderna för hästgarna helt, men med en effektivare logistik med färre mellanhänder kan uppskattningsvis kostnaderna reduceras 100 kr/ ton färsk gödsel vilket motsvarar en minskning på 1000 kr/häst, år.

Vid ett studiebesök i Tyskland visade det sig att hästägarna där inte behövde betala något för att bli av med gödseln till komposterings och biogasanläggningar. En liknande situation borde gå att skapa för hästägarna i de svenska storstadsregionerna.



*Homogenisering och sönderdelning av hästgödsel innan torrötning på en tysk biogas och komposteringsanläggning (BAL-Biogas)*

## 9. Framtida behov & utvecklingsmöjligheter

### 9.1 Teknik att utveckla

- Optimera strömedel t.ex. pellets för både hästar och bioenergi
- Teknik för att separera sand och andra föroreningar från hästgödseln
- Optimera biogasprocessen för hästgödsel med avseende på dess höga TS-halt m.m.
- Billig och enkel torkning av gödsel med t.ex. spillvärme
- Mekaniska utgödslingar för häststallar
- Logistik för insamling, lagring och transport av hästgödsel
- Lagringssystem för gödsel som minskar volymer och höjer kvaliteten

### 9.2 Aktuella svenska hästgödselprojekt

Det pågår många olika aktiviteter kring hästgödsel i Sverige här är några exempel:

- **JTI** gör försök med rötning av hästgödsel på Sötåsens Naturbruksgymnasium under våren 2013
- **Lunds Energi** skall 2014 starta rötning av bl.a. hästgödsel i den nya biogasanläggningen i Dalby
- **Flyinge utveckling** undersöker möjligheten att producera biogas från hästgödsel
- **Kompostkungen** i Eskilstuna torkar hästgödsel i en komposteringsprocess till förbränning i samarbete med SP och HS.
- **Högskolan i Gävle** har en ny doktorand på hästgödsel
- **Biogas Syd** undersöker hästgödsel till biogas
- **JEMA pellets** i Nyköping har planer på att processa hästgödsel
- **Chalmers** studerar hästgödsel ur materialperspektiv
- **Högskolan i Halmstad** planerar projekt kring hästgödsel
- **Retreck AB** i Linköping arbetar med teknik för separering och återvinning av spån i hästgödsel till strömedel



- **1 One AB** i Skåne skall anpassa det kanadensiska systemet Green Scene Agritek för Europa marknaden. Systemet separerar och hygieniserar spån från hästgödseln för återanvändning
- Examensarbete på **Stockholms Universitet** för Eskilstuna Energi & Miljö om förädling av hästgödsel.
- **SP** i Borås sonderar för ett större hästgödselprojekt

## 10. Slutsatser

Regelverket kring hantering och användning av hästgödsel upplevs av många som krångligt och svåröverskådligt. Någon form av pedagogisk sammanställning ur hästägarens perspektiv skulle vara välkommet.

Hästgödsel är idag en undervärderad resurs som bioenergi och gödsel och har därmed ofta blivit betraktat som ett avfallsproblem speciellt för de tätortsnära hästägarna utan egen jordbruksmark. Detta har bidragit till höga kostnader när man till stora delar använder samma system som vid hanteringen av miljöfarligt avfall.

Bland Göteborgs hästföretagare finns det ca 2000 hästar som producerar 18 600 ton färsk gödsel/år. Hästgödsel med torvströ är 6 500 ton/år, kutter & sågspån 6 100 ton/år och halm & halmpellets 6 100 ton/år.

Hästgödselhanteringen är onödigt dyr för tätortsnära hästägare mycket beroende på dålig logistik med små spridda volymer och många mellanhänder. En samlad upphandling från hästägarna skulle förmodligen pressa ned kostnaderna rejält. Kostnaden för hästgödselhantering för hästföretagarna i Göteborgsregionen varierar mellan 160-6000 kr/häst, år, medelvärdet är 980 kr/häst, år. Betalning efter kvaliteten på gödseln skulle kunna ge ambitiösa hästägare lägre kostnader.

Förbränning av hästgödsel ger lägst kostnader för hästägarna med dagens biobränslepannor. Men idag sätter nuvarande lagstiftning i praktiken stopp eftersom det krävs miljötillstånd för varje enskild panna vilket komplicerar och fördyrar tekniken. Hästgödsel till förbränning har ett värde mellan 300-500 kr/ton beroende på transportavstånd. Enligt avfallstrappan så skall gödsel i första hand återvinnas som gödsel på åkrarna eller som rötrest från biogasproduktion innan man överväger förbränning. Det finns idag biobränslepannor på marknaden som klarar både torr och fuktig hästgödsel med god förbränning.

Det enklaste och näst mest kostnadseffektiva är att sprida hästgödsel på närbelägna åkermarker. Kostnaden är ca 70 kr/ton (700 kr/häst, år)

Potentialen för hästgödsel till biogasproduktion bedöms till 8 600 ton. Mängden hästgödsel i Göteborgsregionen räcker för lönsam drift av en medelstor biogasanläggning (5 GWh) med uppgradering till biometan som drivmedel. Torrötning är att föredra vid biogasproduktion på hästgödsel främst för att hålla nere volymerna som skall hanteras. Biogasproduktion kombineras lämpligen med förädling av rötresten i antingen kompostering eller pelletering till gödsel eller jord för trädgårdar. Ett eventuellt beslut om en biogasanläggning för hästgödsel kräver en särskild förstudie med en noggrannare kalkyl. För lönsamheten är det mycket viktigt att rötresten går att avyttra som certifierad biogödsel.

Den kommersiella komposteringen är dyrast för hästägaren med kostnader på ca 230 kr/ton (2300 kr/häst, år) bl.a. på grund av höga mottagningsavgifter och många mellanled. Det bör gå att sänka kostnaderna med 100 kr/ton gödsel (1000 kr/häst, år).

Hästgödsel är ett utmärkt odlingssubstrat för champinjonodling men den svenska odlingen är idag för liten för att möjliggöra rationell produktion av detta substrat.

I Tyskland behöver hästägarna utanför Hamburg inte betala någonting för att bli av med hästgödseln till champinjonodlingar och biogasanläggningar. I Sverige borde vi kunna skapa en liknande marknad för hästgödsel.

Halmpellets ger både den mest användbara hästgödseln samt lättarbetade utgödslingen. Det behövs kvalitetssäkring på halmpellets med kriterier för optimala egenskaper som strömedel för hästar.

Vid försäljning av hästgödsel eller gödselprodukter till 3:e man krävs en godkänd hygienisering av hästgödseln.

Det behövs utveckling av effektivare gödselsystem för hästar hela vägen från stallet till slutanvändare. Detta kan spara både arbete och kostnader.

Det har gjorts förvånansvärt många studier och projekt kring hästgödsel i Sverige och många som pågår och är under planering. Någon form av samordning kan vara bra för att effektivisera utvecklingsarbetet.

Det finns stora möjligheter att med ny teknik och effektivare affärsmodeller reducera eller eliminera kostnaderna för hästgödselhanteringen för de icke lantbruksbaserade hästägarna.

Tabell 15. Värdering av alternativ för hantering av hästgödsel ur hästägarperspektiv

	Förbränning *	Spridning åker	Biogasproduktion	Kompostering
Teknikmognad	+	+++	++	++
Ekonomi	+++	++	+	-
Arbetsbehov	++	+	++	+
Investering	++	+++	+	+
Miljönytta	-	+	++	+
Lagar & regler	-	++	+	+

+++ Mycket bra    ++ Bra    +Godtagbar    - Tveksamt

\* Med dagens biobränslepannor, miljötillstånd kräver dyrare teknik.

## 11. Referenser

Airaksinen K. (2011). *Hästgödsel problem i tätorter*. Nyheter P4 radio Stockholm. 14 augusti 2011.

ATL, (2010). *Pellets i hästboxen billigt och nyttigt*. ATL. [www.atl.nu](http://www.atl.nu)

ATL, (2011). *Hästgödsel blir värme*. [www.atl.nu](http://www.atl.nu)

ATL, (2011). *Svårt att bli av med hästgödsel i stan*. [www.atl.nu](http://www.atl.nu)

ATL, (2011). *Hästpellelets stupar på byråkratin*. [www.atl.nu](http://www.atl.nu)

Avfallsförordning (2011:927)

Avfall Sverige, (2011). Utdrag ur ABP-förordningarna – biologisk behandling.

Avfall Sverige, *Kompostering*. [www.avfallsverige.se](http://www.avfallsverige.se)

Bioenergiportalen, (2012). *Hästgödsel blir värme på Menhammar stuteri*. Bioenergiportalen, nr 6 2012 [www.energiportalen.se](http://www.energiportalen.se)

Blomberg-Andersson A. (2012). *Hästen både lantbruksdjur och produktionsdjur*. Land juli 2012

Borgström Y. (2001). *Pretreatment technologies to increase the methane yields by anaerobic digestion in relation to cost efficiency of substrate transportation*, sid.9-10. WES, Linköping Institut of Technology Linköpings University

Carlström A. *Kompostering av organiskt avfall från Gästrikeregionen*. Examensarbete, SLU

Eliasson K. (2011). *Djupströgödsel i kontinuerliga gårdsbiogasprocesser*. Rapport inom Skaraborgsgas, Innovatum.

Eliasson K. Enikö. S (2011). *Djupströgödsel i gårdsbiogasanläggningar, sönderdelning och blandningsförhållanden*. Slutrapport, Hushållningssällskapet i Sjuhärad.

EU kommissionens genomförande (EU) nr 1097/1202, (2012), Om genomförande av Europaparlamentets och rådet förordning (EG) nr 1069/2009 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel. Europiska unionens officiella tidning febr. 2011.

Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1069/2009. Om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel Europiska unionens officiella tidning okt 2009.

Förordning (2006:814) om foder animaliska biprodukter, Kontrollmyndigheter §11-12.

Förordning (2006:805) om foder och animaliska biprodukter, EU-bestämmelser som kompletterar lagen. §5-14.

Hallandsekot, (2013). *Hästgödsel används till biogas*.

Halmstad lokala nyheter (2011). *Halmströpellets ett dubbelt miljölyft*.  
[www.nsk.se](http://www.nsk.se)

Hammar M. (2001). *Ekonomiska konsekvenser av olika hanteringssystem för hästgödsel*. JTI-rapport 279.

Hammar M. (2001) *Hästgödsel och ekonomi*. JTI.

Hästsverige. *Halm bäst i stallet och på åkern*. [www.hastsverige.se](http://www.hastsverige.se)

Hästsverige. *Strömedel i stall*. [www.hastsverige.se](http://www.hastsverige.se)

Jordbruksverket, (2003). *Hästgödsel - en naturlig resurs*.  
Jordbruksinformation nr. 10

Jordbruksverket, (2006). *Hästgödsel - en naturlig resurs*.  
Jordbruksinformation nr 7. [www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

Jordbruksverket, (2007). *Känsliga områden för växtnäringsförluster utifrån nitratdirektivet*. [www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

Jordbruksverket, (2011). *Biogasanläggning och komposteringsanläggning – krav för godkännande samt krav på verksamheten*. [www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

Jordbruksverket, (2011). *Kategorisering av animaliska biprodukter*.  
[www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

Jordbruksverket, (2011). *När du lagrar stallgödsel*. [www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

Jordbruksverket, (2011). *När du sprider gödsel i områden som är känsliga för växtnäringsläckage*. [www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

Jordbruksverket,(2011). *När du sprider gödsel – bestämmelser som gäller i hela landet*. [www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

Jordbruksverket, (2011). *Tillämpningsområde för förordning (EG) nr1069/2009 och information om den s.k. "slutpunkten"*.  
[www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

Jordbruksverket, (2012). *Animaliska biprodukter, vägledning för kontrollmyndigheter m.fl.* [www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

Jordbruksverket, (2012). *Insamling, transport och spårbarhet*.  
[www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

Jordbruksverket (2012). *Komposteringsanläggning*. [www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

Jordbruksverket (2012). *Tillstånd för verksamhet med häst*.  
[www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

Jordbruksverket (2013). *Användning av naturgödsel och andra typer av animaliska biprodukter som gödningsmedel*. [www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se).

Lindström J. (2010), Projekt rapport Regelverket kring konceptet Biogas Brålanda, Innovatum

Linné M., m.fl. (2008). *Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter*. BioMil AB och Envirum AB.

Lundgren J., Pettersson E. *Practical, environmental and economic evaluation of different options for horse manure management*. Division of Energy Engineering, Luleå University and Energy Technology Center, Pieå

Länsstyrelsen Södermanlands län, (2006). *Hästgödsel - en regelprydd resurs*. [www.lansstyrelsen.se/sodermanland](http://www.lansstyrelsen.se/sodermanland)

Martins M. (2009) Biogaspotential hos våtmarksgräs. SLU Examensarbete, Biogas Öst

Oldenburg S. m.fl. (2012). *Basic of the energetic utilization of horse manure*. Hamburg univeristy of technology. Paige, J. A guide to composting hors manure. WSU Cooperative Extension, Whatcom County.

Persson A. (2012) *Hallänsk soptipp slutar ta emot häst gödsel*. [www.atl.nu](http://www.atl.nu)

Persson M. (2007). *Gödseltips på nätet*. [www.atl.nu](http://www.atl.nu)

Persson M. (2012) *Bröder med känsla för jord*. [www.atl.nu](http://www.atl.nu)

Potkonen K. (2012). *Sveriges första EkoTrav*. Eskilstuna Energi och miljö.

Martén B. *Biogastillverkning, biogaskvalitet*. Ekosystem Geist Miljöbalken (1998:808)

Schultz S. (2011). *Vilka krav är rimliga att ställa på små gödselproducerande verksamheter som inte omfattas av de generella bestämmelserna i miljöbalken?* Institutionen för miljövetenskap, Lunds Universitet.

Steinek S. (1989). *Stallgödsel – kunskapsläge och planerad forskning*. Fakta – Mark/växter nr.14. Konsultentavdelningen, Uppsala.

Steinek S. m.fl. (2000). *Hästar och gödselhantering*. Teknik för lantbruket, JTI.

Steinek S. m.fl. (2001). *Miljöanpassad hantering av hästgödsel*, JTI.

Strandmark M. (2011). *Gödsel och miljö*. [www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

Svensson K. (2012) *"Obehandlad hästgödsel kan spridas"*. Avfall och miljö nr.1/2012 sid 9

Statens jordbruksverks författningssamling, (SJVFS 2011:21), Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFA 2006:84) om befattning med animaliska biprodukter och införsel av andra produkter, utom livsmedel, som kan sprida smittsamma sjukdomar till djur.

Statens jordbruksverks författningssamling, (SJVFS 2011:25), Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd(SJVFA 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring.

Statens offentliga utredningar, *Djurhållning och miljö* (SOU 2013:5) 2013.

Ström.P. (2010) *Förutsättningar och potential för vallodling till biogasproduktion i Västmanland*. HS Konsult, Biogas Öst

Stålborg U. 2008. *En miljöriktig hantering av hästgödsel*, delrapportering. Täby galopp.

Svedberg U., Knutsson A. *Kunskapsöversikt. Faror och hälsorisker vid förvaring och transport av träpellets, träflis och timmer i slutna utrymmen*. Arbetsmiljöverket. Rapport 2011:2.

Söderqvist K-O. 2010. *Gödsel med halmpellets som biogassubstrat*, Agroväst.

Världsnaturfonden, *Bästa svenska Östersjöbonden*, 2010. [www.wwf.se](http://www.wwf.se)

Wallertz A., Bendroth M. 2009. *Mekanisering av häststallar – inventering och förslag på nya lösningar*. Livskraftigt hästföretagande.

Wallertz A., Bendroth M. 2010. *Mekanisering i häststallar*. Livskraftigt hästföretagande.

Wetterberg C. (2012) *Vilket strömmaterial?* Hippologiskt kandidatår 2011/2012.

Åkerhielm H. (2001) *Gödsel i kretslopp*. Miljöfakta nr.2, 2001

**Personliga kontakter:**

Helmut Adwiraah, TUHH Tekniska Universitet i Hamburg  
Svante Andersson, Nossans Biogas  
Annika Atterwall, Biogas Syd  
Andras Baky, JTI  
Johan Benjaminsson, Gasfuels AB  
Emma Breitholz, SÖRAB  
Mats Edström, JTI  
Cecilia Ek, Susteco AB  
Hanna Elgåker, Länsstyrelsen i Skåne  
Willem Elsinga, Elsinga Policyplanning & Innovation  
Håkan Eriksson, Wiggeby Gård  
Jan Fimmerstad, Taxinge Gods  
Niclas Franzén, Fjärås Lantmannaförening  
Mattias Gustafsson, Eskilstuna Energi & Miljö  
Sara Hassellind, Jordbruksverket - SJV  
Gunilla Henriksson, SP  
Jimmy Högberg, AB Väst-Farm  
Mikael Jansson, Swebo Bioenergi AB  
Helena Ingvarsson, Länsstyrelsen Västra Götaland  
Mathias Jönsson, JEMA Pelets  
Magnus Karlsten, Chalmers  
Maria Kjellberg, Tjuvkils Gård  
Jan von Krusenstierna, Ågesta Ridskola  
Ida Lindblad-Hammar, Jordbruksverket-SJV  
Kurt Lindman, Renova  
Olle Lindgren, Jägersro Trav & Galopp  
Johan Ling-Vannerus, 1 ONE AB  
Fredrik Luthman, Lunds Energi  
Fredrik Lundberg, Flinga Biogas  
Susanne Liljeström, Jordbruksverket-SJV  
Fabian Modrow, Hippocon  
Henrik Mortensen, Solum A/S  
Marie Matsson, Högskolan i Halmstad  
Magnus Nobel, Rölunda Produkter AB  
Kari Potkonen, Eskilstuna Energi & Miljö  
Saskia Oldenburg, TUHH Tekniska Universitet i Hamburg  
Henrik Olsson, JTI  
Markus Ott, Agraferm Technologies AG  
Bernard Reckerman, Länsstyrelsen i Västergötland  
Karl-Heinz Restle, Renergon  
Helena Richardsson, Stall Adam  
Bengt Samuelsson, Brudbergets Jordprodukter  
Johannes Schmidt, Plantaquenz  
Mona Strandmark, Jordbruksverket-SJV  
Maria Sundin, Chalmers  
Kalle Svensson, Energimyndigheten  
Wolf Christian Traxel, Enegro  
Leif-Erik Törnblom, ReTreck AB  
Pavel Uxas, Hennlich

Cecilia Wahlberg-Roslund, Hushållningssällskapet-Umeå  
Gunnar Wahlberg, ECSAB  
Gunnar Wahlberg, Belmondo-Kraiburg  
Anna Wallertz, Kompostkungen AB  
Mikael Wallin, SPC AB  
Marc Zürn, BAL-Biogas  
Ulf Olsson, Ragnsells  
Björn Östberg, In Situ Mätteknik

**Firmor:**

Agraferm	<a href="http://www.agraferm.com">www.agraferm.com</a>
BAL-Biogas	<a href="http://www.bal-biogas.de">www.bal-biogas.de</a>
ECSAB	<a href="http://www.ecsab.com">www.ecsab.com</a>
Eisenamnn	<a href="http://www.eisenmann.com">www.eisenmann.com</a>
Hennlich	<a href="http://www.hennlich.cz">www.hennlich.cz</a>
Hippocon	<a href="http://www.hippocon.com">www.hippocon.com</a>
Hjo Värmeteknik	<a href="http://www.hjovarmeteknik.se">www.hjovarmeteknik.se</a>
Kompostkungen	<a href="http://www.tmgrandin.se">www.tmgrandin.se</a>
1 ONE	<a href="http://www.1one.se">www.1one.se</a>
Plantaquenz	<a href="http://www.plantaquenz.de">www.plantaquenz.de</a>
Renegon	<a href="http://www.renegon.ch">www.renegon.ch</a>
ReTreck	<a href="http://www.retreck.se">www.retreck.se</a>
Rölunda Produkter	<a href="http://www.rolunda.se">www.rolunda.se</a>
Schmack	<a href="http://www.schmack-biogas.viessmann.com">www.schmack-biogas.viessmann.com</a>
SEaB– Muckbuster	<a href="http://www.seabenergy.com">www.seabenergy.com</a>
SPC	<a href="http://www.pelletpress.com">www.pelletpress.com</a>
Solum	<a href="http://www.solum.com">www.solum.com</a>
Susteco	<a href="http://www.alettrumman.nu">www.alettrumman.nu</a>
Swebo Bionergi	<a href="http://www.swebo.com">www.swebo.com</a>
Wiggeby Gård	<a href="http://www.wiggebyjordbruk.se">www.wiggebyjordbruk.se</a>