

Brændstofvurderinger på husdyrgødninger

Susanne Westborg
Lars Peter Johansen
Birgitte Holm Christensen

FORCE Technology

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

| | |
|--|--|
| FORORD | 5 |
| BRÆNDELSKARAKTERISTIKA FOR HUSDYRGØDNINGER | 7 |
| BAGGRUND FOR PROJEKTET | 7 |
| UNDERSØGELSERNE I PROJEKTET | 7 |
| ANVENDELSE AF HUSDYRGØDNINGER SOM BRÆNDELSEL | 7 |
| VÆSENTLIGE BRÆNDELSPARAMETRE | 8 |
| FUEL CHARACTERISTICS OF MANURE | 11 |
| THE BACKGROUND OF THE PROJECT | 11 |
| THE INVESTIGATIONS IN THE PROJECT | 11 |
| APPLICATION OF MANURE AS A FUEL | 11 |
| VITAL FUEL PARAMETERS | 12 |
| 1 PRØVETYPEN OG PRØVELEVERANDØRER | 15 |
| 2 PRØVNINGSRESULTATER | 17 |
| 3 VURDERING AF BRÆNDELSKVALITET | 21 |
| 3.1 BRÆNDELSSAMMENSÆTNING OG BRÆNDVÆRDI | 21 |
| 3.2 BRÆNDELSASKENS SMELTEFORHOLD OG SAMMENSÆTNING | 22 |
| 3.3 TUNGMETALLER | 23 |
| 4 FORBRÆNDINGSTEKNISKE FORHOLD | 25 |
| 4.1 INDLEDNING | 25 |
| 4.2 MULIGHED FOR FORBRÆNDING UDEN STØTTEBRÆNDELSEL | 25 |
| 4.3 NO _x -EMISSION | 28 |
| 4.4 FOSFOR I ASKEN | 30 |
| 5 REFERENCER | 31 |
| | |
| Bilag A | Adresser på gødningsleverandører |
| Bilag B | Prøvetagningsinstruks |
| Bilag C | Prøvningsrapport, 1. Hestegødning |
| Bilag D | Prøvningsrapport, 2. Kvæggyllfiber fra Kemira uden polymer |
| Bilag E | Prøvningsrapport, 3. Svinegyllfiber fra Samson anlæg uden polymer |
| Bilag F | Prøvningsrapport, 4. Svinegyllfiber fra Kemira anlæg med polymer |
| Bilag G | Prøvningsrapport, 5. Blandet gyllfiber efter afgangning uden polymer |
| Bilag H | Prøvningsrapport, 6. Rugeægshønegødning |
| Bilag I | Prøvningsrapport, 7. Slagtekyllingegødning |
| Bilag J | Prøvningsrapport, 8. Gyllepiller |

Forord

Rapportering af omfattende laboratorieanalyser af otte forskellige typer af husdyrgødninger. Prøvningerne er relateret til belysning af materialernes brændelsegenskaber og omfatter derfor analyseparametre som aske, askesmelteegenskaber og brændværdi udover materialernes kemiske sammensætning og indhold af tungmetaller. For de udførte prøvninger er så vidt muligt anvendt foreliggende tekniske specifikationer fra CEN/TC 335 "Solid biofuels" (Faste biobrændsler), da der ikke foreligger brændselsrelaterede metoder for husdyrgødninger, og fordi husdyrgødninger i større omfang indeholder biomasse som halm og træspåner.

Ud fra de opnåede prøvningsresultater er foretaget en vurdering af brændelskvaliteten for de undersøgte gødninger samt vurderinger af forbrændings/anlægstekniske forhold for disse.

Brændselskarakteristika for husdyrgødninger

Baggrund for projektet

I forbindelse med forsøg med afbrænding af husdyrgødning ønsker Miljøstyrelsen belyst forskellige husdyrgødningstypers brændsels- og forbrændingsegenskaber.

Undersøgelserne i projektet

Der er foretaget laboratorieanalyser af følgende otte forskellige typer af husdyrgødninger:

1. Hestegødning
2. Kvæggyllfiber, fra Kemira uden polymer
3. Svinegyllfiber, fra Samson anlæg uden polymer
4. Svinegyllfiber, fra Kemira anlæg med polymer
5. Blandet gylfiber efter afgang, uden polymer
6. Rugeægshønegødning
7. Slagtekyllingegødning
8. Gyllepiller

Prøvningerne er foretaget i henhold til metoder beskrevet i de tekniske specifikationer fra CEN/TC 335 "Solid biofuels" (faste biobrændsler) på FORCE Technologys laboratorium i Brøndby, afdeling Kemisk Analyse.

Vurderinger af brændselskvalitet er foretaget af Susanne Westborg, specialist i afdeling Kemisk Analyse, og vurderinger af de forbrændingstekniske forhold er foretaget af Lars Peter Johansen, projektleder og Birgitte Holm Christensen, afdelingschef, begge fra afdeling Biomasse & Affald i Lyngby.

Anvendelse af husdyrgødninger som brændsel

For de undersøgte prøver af husdyrgødninger er fundet, at

- Tre af prøverne indeholder tilstrækkelig energi til, at energiudnyttelse ved forbrænding er mulig. Det er rugeægshønegødningen, slagtekyllingegødningen og gyllepillerne. Prøven af kvæggyllfiber indeholder så meget vand og så lidt energi, at den ikke vil kunne brændes uden anvendelse af et støttebrændsel - og en svinegyllfiber og de blandede gylfibre ligger på grænsen herfor. For de tre sidstnævnte samt for den anden svinegyllfiber og prøven af hestegødning er vurderet, at indholdet af energi er for lavt eller på grænsen til, at der vil kunne opnås en fuldstændig forbrænding.

Mængden af energi, der er medgået til tørring og pelletering af gyllepillerne, er ikke vurderet i denne undersøgelse.

- Indholdet af nitrogen i gødningerne er forholdsvis højt, hvorved der under forbrænding er mulighed for høje nitrogenoxidkoncentrationer i røggassen. Ved en fuldstændig omdannelse af nitrogenindholdet i gødningerne til nitrogenoxid i røggassen vil de højeste nitrogenoxidkoncentrationer forekomme for rugeægshønegødningen, slagtekyllingegødningen og gyllepillerne. Det vil sige de samme tre gødninger, som har det største potentiale for energiudnyttelse ved forbrænding. Hvorvidt der faktisk vil fremkomme højere koncentrationer, end der ses ved fyring med halm, er vanskeligt at vurdere. Både omdannelse af brændslets og af forbrændingsluftens nitrogenindhold til nitrogenoxider afhænger af de specifikke forbrændingsbetingelser som temperatur, luftoverskud og opholdstid.
- Omkring slaggedannelse så vil hestegødningen og kvæggyllefibrene ved en forbrænding sandsynligvis opføre sig tilsvarende problematisk som halm – eller værre, da indholdet af aske i gødningerne er højere end for halm. Rugeægshønegødningen har et meget højt indhold af aske, men der vil med stor sandsynlighed ikke ske nogen sammensmeltninger heraf. Det skyldes den høje andel af kalk i asken. Slagtekyllingegødningen vil formentlig heller ikke give anledning til større slaggeproblemer, men for de fire sidste af prøverne vil der være potentiel risiko for slaggedannelse, afhængig af de aktuelle anlægsforhold.

Væsentlige brændselparametre

Indholdet af vand i de fem af prøverne, hestegødningen og kvæg-, svine- og blandet gyllefiber prøverne, er meget højt (over 60 vægtprocent). Den effektive brændværdi på indleveret form for disse husdyrgødninger er tilsvarende meget lav, under 4 MJ/kg. Gyllepillerne udmærker sig derimod med et vandindhold på 11 vægtprocent og en tilsvarende højere effektiv brændværdi på 15 MJ/kg indleveret prøve. For rugeægshøne- og slagtekyllingegødningerne er indholdet af vand mere moderat (20 – 40 vægtprocent), og de har en tilsvarende moderat effektiv brændværdi på 7 – 10 MJ/kg indleveret prøve.

Indholdet af askedannede stoffer ("aske") er højt i alle prøverne, 7 – 38 vægtprocent i tørstoffet. Grundstofsammensætningen af askerne er meget varierende, og det har indflydelse på askens smelteforhold. For aske fra rugeægshønegødning, som har et meget højt indhold af calcium og et begrænset indhold af silicium, ses meget høje askesmeltningstemperaturer (over 1480 °C). Derimod har askerne for hestegødningen og kvæggyllefibrene et askesmeltforløb, som ligner forløbet for en typisk aske fra halm. Indholdet af silicium og kalium for disse asker svarer da også til indholdet i aske fra halm.

Der er et højt indhold af nitrogen i husdyrgødningerne, fra 0,9 vægtprocent i tørstoffet for hestegødningen til 4 vægtprocent i tørstoffet for slagtekyllingegødningen. Indholdet i halm ligger typisk på 0,5 – 1 vægtprocent i tørstoffet, men nogle biomasser har tilsvarende høje indhold, f.eks. korn og frø med 2 – 4 vægtprocent i tørstoffet. Niveauet er også sammenligneligt med det for MDF- og spånplader, som typisk indeholder omkring 3 – 5

vægtprocent nitrogen. Indholdet af svovl i gødningerne, på 0,1 – 0,7 vægtprocent i tørstoffet, er også højere end det typisk ses for halm. Derimod svarer indholdet af chlor i gødningerne på 0,2 – 0,6 vægtprocent i tørstoffet til det typiske niveau for halm.

Omkring indhold af næringsstofferne kalium og fosfor i asken ved forbrænding af husdyrgødningerne er der et højt indhold af fosfor for alle prøverne på 8 – 30 vægtprocent i asken beregnet som fosforpentaoxid (P_2O_5). Indholdet af kalium i asken fra gødningerne varierer fra 4-5 vægtprocent som kaliumoxid (K_2O) i askerne fra en svinegyllefiber, blandet gyllefiber og gyllepiller til 20 – 30 vægtprocent i askerne fra hestegødning, kvægyllefiber og slagtekyllingegødningen.

Med hensyn til indhold af tungmetaller i husdyrgødningerne er der fundet et meget højt indhold af zink, på 100 – 150 mg/kg tørstof, og kobber, på 20 – 300 mg/kg tørstof. Også indholdet af nikkel og arsen er højere end det der typisk ses for halm, henholdsvis 2 – 10 mg/kg tørstof for nikkel og 0,2 – 0,6 mg/kg tørstof for arsen. Derimod ligger indholdene af cadmium, chrom, kviksølv, bly og vanadin på nogenlunde samme niveau som for halm. For to af prøverne ses dog et indhold af cadmium fire gange højere end i halm.

Fuel characteristics of manure

The background of the project

In relation to experiments of combustion of manure the Danish EPA wishes to clarify the fuel and combustion properties of different types of manure.

The investigations in the project

Laboratory analyses have been carried out for the following eight types of manure:

- 1. Horse manure***
- 2. Cattle manure fibres, from Kemira without polymer***
- 3. Pig manure fibres, from Samson plant without polymer***
- 4. Pig manure fibres, from Kemira plant with polymer***
- 5. Mixed manure fibres after degasification, without polymer***
- 6. Sitting hen manure***
- 7. Broiler manure***
- 8. Manure pellets***

The tests are carried out according to the methods described in the technical specifications from CEN/TC 335 "Solid biofuels" at FORCE Technology's laboratory in Brøndby, department Chemical Analysis.

Evaluation of fuel quality is performed by Susanne Westborg, Specialist in the department Chemical Analysis and the evaluation of combustion technicalities is performed by Lars Peter Johansen, Project leader and Birgitte Holm Christensen, Head of Department, both from the department Biomass & Waste in Lyngby.

Application of manure as a fuel

For the examined samples of manure has been found that

- Three of the samples contain sufficient energy for an utilisation of the energy by combustion. It is the sitting hen manure, the broiler manure and the manure pellets. The sample of cattle manure fibres contains that much water and so little energy that combustion without a support fuel is impossible. One of the pig manure samples and the mixed manure fibres are close to this borderline of a self-supporting combustion. Concerning the last-mentioned three samples, together with the second sample of pig manure and the sample of horse manure, are judged that the energy content is too low or on the borderline to secure a complete combustion.***

The amount of energy consumed for the drying and pelletising of the manure pellets is not evaluated in this investigation.

- The content of nitrogen in the manures is relatively high by which high concentrations of nitrogen oxide in the flue gas are possible during a combustion. If the nitrogen content in the manures is completely converted into nitrogen oxide***

in the flue gas, the highest concentrations would occur for the sitting hen manure, the broiler manure and the manure pellets. These are the same three manures which have the largest potential for energy utilisation by combustion. Whether higher concentrations compared to the concentrations observed concerning combustion of straw, actually will occur is difficult to judge. Conversions of the nitrogen in the fuel and in the combustion air to nitrogen oxide are both dependent on the specific combustion conditions as temperature, excess air and holding time.

- *Concerning formation of slag the horse manure and the cattle manure fibres properly will behave equivalent problematic as straw during a combustion – or worse as the content of ash in the manures are higher than in straw. The sitting hen manure has a very high content of ash but most probably the ash will not melt together. This is due to the high share of lime in the ash. The broiler manure presumably neither will give rise to severe slagging. Concerning the four last samples, there will be a potential risk of slagging in dependence of the actual plant conditions.*

Vital fuel parameters

The content of water in five of the samples, the horse manure and the cattle manure, the pig manure and the mixed manure fibre samples is very high (above 60 weight percent). The net calorific value on as received basis concerning these manures is equally low, below 4 MJ/kg. On the other hand, the manure pellets stand out with a content of water at 11 weight percent and an equally higher net calorific value of 15 MJ/kg on as received basis. Concerning the sitting hen and the broiler manures the content of water is more moderate (20 – 40 weight percent) and the net calorific values of 7 – 10 MJ/kg on as received basis correspondingly moderate.

The content of ash forming components ("ash") is high in all samples; 7 – 38 weight percent in the dry matter. The element composition of the ashes is very varying which influence the melting behaviour of the ash. For the ash from the sitting hen manure, having a very high calcium content and a limited content of silicone, very high ash melting temperatures are observed (above 1480 °C). On the other hand there are observed ash melting temperatures comparable to straw ash concerning the ashes from the horse manure and the cattle manure fibres. The content of silicone and potassium in these ashes is also comparable to the content of these elements in straw ash.

There is a high content of nitrogen in the manures, from 0,9 weight percent in the dry matter concerning the horse manure to 4 weight percent in the dry matter for the broiler manure. The content of nitrogen in straw typically is about 0,5 – 1 weight percent in the dry matter. Some biomasses however contain equally high amounts as e.g. grain and seeds with 2 – 4 weight percent in the dry matter. The level is also comparable to the nitrogen content in MDF and chipboards, typically with a nitrogen content of 3 – 5 weight percent. The content of sulfur in the manures, at 0,1 – 0,7 weight percent in the dry matter, is also higher than typically seen for straw. On the other hand the content of chlorine in the manures at 0,2 – 0,6 weight percent in the dry matter is equal to the typical chlorine content in straw.

Concerning the content of the nutrients potassium and phosphorus in the ash produced by combustion of the manures, there is a high content of phosphorus in all samples; at 8 – 30 weight percent in the ash as phosphoric pent oxide (P_2O_5). The content of potassium in the ashes varies from 4 – 5 weight percent as potassium oxide (K_2O) concerning ashes produced from the pig manure fibres, the mixed

manure fibres, and the manure pellets to 20 – 30 weight percent in ashes produced from the horse manure, the cattle manure fibres, and the broiler manure.

Regarding the content of heavy metals in the manures, a very high content of zinc, at 100 – 150 mg/kg dry matter, and copper, 20 – 300 mg/kg dry matter, compared to straw have been found. The content of nickel and arsenic is also higher compared to typical values for straw, respectively 2 – 10 mg/kg dry matter concerning nickel and 0.2 – 0.6 mg/kg dry matter concerning arsenic in the manures. On the other hand the contents of cadmium, chrome, mercury, lead and vanadium in the manures are approximately at the same level as the contents in straw. Concerning two of the samples the content of cadmium however is four times higher than in straw.

1 Prøvetyper og prøveleverandører

Der er foretaget brændselstekniske prøvninger for følgende typer/prøver af husdyrgødninger:

1. Hestegødning
2. Kvæggyllefiber, fra Kemira uden polymer
3. Svinegyllefiber, fra Samson anlæg uden polymer
4. Svinegyllefiber, fra Kemira anlæg med polymer
5. Blandet gyllefiber efter afgangning, uden polymer
6. Rugeægshønegødning
7. Slagtekyllinggødning
8. Gyllepiller

I bilag A findes en oversigt over leverandørerne af de ovennævnte prøver (projektkontraktens bilag 3).

FORCE Technology fremsendte til disse leverandører en 10 liter plastikspand med tætsluttende låg samt en af Miljøstyrelsen udarbejdet instruks for udtagningen af prøve hertil, se bilag B (projektkontraktens bilag 4).

De otte prøver blev modtaget på FORCE Technologys laboratorium i perioden 24. november 2009 – 2. december 2009.

2 Prøvningsresultater

Prøvningsrapporterne for de otte prøver af husdyrgødninger findes i bilag C – J. De opnåede resultater er gengivet i tabel 1 – 7.

For alle otte prøver er foretaget en orienterende (omtrentlig) bestemmelse af prøvernes rumvægt ud fra en opmåling af de indleverede prøvers volumen og deres nettovægt. Resultaterne for disse bestemmelser er gengivet i tabel 1.

| Prøve ID | Rumvægt, kg/m ³ |
|--|----------------------------|
| 1. Hestegødning | 310 |
| 2. Kvæggyllefiber, fra Kemira | 500 |
| 3. Svinegyllefiber, fra Samson anlæg | 430 |
| 4. Svinegyllefiber, fra Kemira anlæg | 680 |
| 5. Blandet gyllefiber efter afgangning | 470 |
| 6. Rugeægshønegødning | 470 |
| 7. Slagtekyllinggødning | 400 |
| 8. Gyllepiller | 700 |

Tabel 1. Rumvægt (omtrentlig) for indleverede prøver af husdyrgødninger

I tabel 2 er gengivet resultaterne for prøvernes ”brændsels sammensætning”, det vil sige indholdet af vand, aske, flygtige bestanddele, kulstof, hydrogen, nitrogen, svovl og chlor. Bortset fra indholdet af vand er resultaterne gengivet på tør prøve basis; for de flygtige bestanddele er resultaterne endvidere angivet på vand- og askefri prøvebasis som et udtryk for den brændbare andels reaktivitet.

Nederst i tabel 2 er gengivet de typiske indhold for nogle af analyseparametrene for halm, jf. CEN/TS 14961 tabel C.5.

I tabel 3 er gengivet resultaterne for den effektive brændværdi (i MJ/kg) for henholdsvis foreliggende/indleveret fugtig prøve, for tør prøve samt for prøven på en vand- og askefri basis. Den effektive brændværdi på vand- og askefri basis (den brændbare andel) er et nøgletal, der for de fleste faste biobrændsler ligger på 18,5 – 19,5 MJ/kg. I tabel 3 er endvidere angivet en energi densitet for prøverne, beregnet ud fra den angivne effektive brændværdi for indleveret prøve og prøvens rumvægt (jf. tabel 1).

| Prøve ID | Vandindhold % m/m indleveret prøve | Aske % m/m tør prøve | Flyg. bestd. % m/m tør prøve | Flyg. bestd. % m/m vand- og askefri prøve | Kulstof (C) % m/m tør prøve | Hydrogen (H) % m/m tør prøve | Nitrogen (N) % m/m tør prøve | Svovl (S)* % m/m tør prøve | Chlor (Cl) % m/m tør prøve |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------|---|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1. Hestegødning | 70,3 | 7,3 | 73,0 | 78,7 | 47,0 | 5,8 | 0,85 | 0,13 | 0,36 |
| 2. Kvæg-gyllefiber | 78,5 | 9,5 | 70,0 | 77,3 | 47,0 | 5,6 | 1,45 | 0,31 | 0,57 |
| 3. Svine-gyllefiber | 68,1 | 9,5 | 70,5 | 77,9 | 45,6 | 5,5 | 1,75 | 0,64 | 0,44 |
| 4. Svinegyllefiber m. polymer | 73,5 | 22,3 | 64,6 | 83,1 | 42,2 | 5,4 | 2,30 | 0,64 | 0,33 |
| 5. Blandet gyllefiber | 73,9 | 22,7 | 62,0 | 80,2 | 40,2 | 4,9 | 1,65 | 0,56 | 0,38 |
| 6. Rugeægs-hønegødning | 23,7 | 38,4 | 58,5 | 94,9 | 32,8 | 3,7 | 2,70 | 0,33 | 0,48 |
| 7. Slagtekylling-gødning | 35,7 | 11,9 | 72,4 | 82,1 | 44,0 | 5,7 | 4,40 | 0,50 | 0,36 |
| 8. Gyllepiller | 11,3 | 11,7 | 72,7 | 82,4 | 45,6 | 5,8 | 0,95 | 0,28 | 0,18 |
| Hvede-, byg- og rughalm | - | 5 | - | - | 46 | 6 | 0,5 | 0,1 | 0,4 |
| Rapshalm | - | 5 | - | - | 48 | 6 | 0,8 | 0,3 | 0,5 |

Tabel 2. Resultater for prøvernes "brændsels sammensætning"

* Bestemt jf. prEN 15289 (Oxygenbombemetode). Indholdet af svovl er også bestemt ved andet metodeprincip i forbindelse med bestemmelse af "Major elements" (tabel 5). Ved meget høje indhold af aske (som prøve 6, Rugeægshønegødning) vil det målte indhold af svovl ved Oxygenbombemetoden kunne blive for lavt. De korrekte indhold af svovl er derfor indholdene angivet i tabel 5

| Prøve ID | Effektiv brændværdi, i MJ/kg | | | Energi densitet, i MJ/m ³ |
|--|------------------------------|-----------|------------------------|--------------------------------------|
| | Indleveret prøve | Tør prøve | Vand- og askefri prøve | Indleveret prøve |
| 1. Hestegødning | 3,46 | 17,46 | 18,84 | 1100 |
| 2. Kvæggyllefiber, fra Kemira | 1,86 | 17,52 | 19,36 | 930 |
| 3. Svinegyllefiber, fra Samson | 3,75 | 16,97 | 18,76 | 1600 |
| 4. Svinegyllefiber, fra Kemira | 2,49 | 16,18 | 20,82 | 1700 |
| 5. Blandet gyllefiber efter afgangning | 2,00 | 14,58 | 18,86 | 940 |
| 6. Rugeægshønegødning | 6,92 | 9,83 | 15,96 | 3200 |
| 7. Slagtekyllinggødning | 9,99 | 16,88 | 19,16 | 4000 |
| 8. Gyllepiller | 14,87 | 17,08 | 19,36 | 10.000 |

Tabel 3. Resultater for effektiv brændværdi

I tabel 4 er gengivet resultaterne for brændselsaskens smelteforløb. Ved denne bestemmelse presses et lille testemne (en cylinder) af fremstillet 550 °C aske for prøven. Testemnet opvarmes under specificerede og kontrollerede forhold

i et varmemikroskop. Under forløbet registreres ”de karakteristiske temperaturer” som er:

- Blødgøringstemperaturen DT (hvor den første afrunding af testemnets kant grundet smeltning indtræffer)
- Halvkugletemperaturen HT (hvor testemnet danner en halvkugle)
- Flydetemperaturen FT (hvor testemnet er flydt ud svarende til en højde på ½-delen af højden ved Halvkugletemperaturen).

| Prøve ID | Karakteristisk temperatur, i °C | | |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------|------------|
| | Blødgøring (DT) | Halvkugle (HT) | Flyde (FT) |
| 1. Hestegødning | 820 | 1120 | 1170 |
| 2. Kvæggyllefiber, fra Kemira | 930 | 1050 | 1110 |
| 3. Svinegyllefiber, fra Samson | 1130 | 1180 | 1210 |
| 4. Svinegyllefiber, fra Kemira | 1210 | 1280 | 1380 |
| 5. Blandet gyllefiber efter afgang | 1180 | 1210 | 1230 |
| 6. Rugeægshønegødning | > 1480 | > 1480 | > 1480 |
| 7. Slagtekyllinggødning | 1300 | 1360 | 1440 |
| 8. Gyllepiller | 1210 | 1320 | 1410 |

Tabel 4. Resultater for brændselsaskens smelteforløb

I tabel 5 er gengivet resultaterne for prøvernes indhold af ”Major elements”, det vil sige indholdet af de væsentlige askedannende grundstoffer. Resultaterne er angivet i mg/kg tør prøve.

I tabel 6 er resultaterne i tabel 5 omregnet til (teoretisk) indhold på oxidform i 550 °C asken (jf. tabel 2).

| Prøve ID | Silicium (Si) | Aluminium (Al) | Jern (Fe) | Titan (Ti) | Calcium (Ca) | Magnesium (Mg) | Kalium (K) | Natrium (Na) | Fosfor (P) | Svovl (S) |
|-------------------------|---------------|----------------|-----------|------------|--------------|----------------|------------|--------------|------------|-----------|
| 1. Hestegødning | 13.000 | 310 | 280 | 25 | 6.000 | 1.500 | 13.000 | 3.900 | 3.400 | 1.300 |
| 2. Kvæggyllefiber | 12.000 | 790 | 760 | 55 | 10.000 | 3.500 | 14.000 | 3.800 | 3.200 | 3.500 |
| 3. Svinegyllefiber | 8.000 | 350 | 1.700 | 32 | 12.000 | 4.000 | 9.900 | 2.100 | 6.700 | 6.800 |
| 4. Svinegyllefiber | 9.800 | 830 | 2.900 | 100 | 48.000 | 8.900 | 7.400 | 2.300 | 29.000 | 6.400 |
| 5. Blandet gyllefiber | 18.000 | 1.100 | 1.700 | 87 | 44.000 | 14.000 | 10.000 | 2.400 | 25.000 | 5.800 |
| 6. Rugeægshønegødning | 9.000 | 1.500 | 1.000 | 85 | 150.000 | 7.700 | 24.000 | 4.100 | 15.000 | 5.300 |
| 7. Slagtekyllinggødning | 3.000 | 500 | 520 | 61 | 12.000 | 5.600 | 29.000 | 2.600 | 9.800 | 6.000 |
| 8. Gyllepiller | 8.000 | 350 | 1.900 | 35 | 34.000 | 2.500 | 4.900 | 1.000 | 12.000 | 3.800 |

Tabel 5. Indhold af de væsentlige askedannende grundstoffer, i mg/kg tør prøve

| Prøve ID | Silicium (SiO ₂) | Aluminium (Al ₂ O ₃) | Jern (Fe ₂ O ₃) | Titan (TiO ₂) | Calcium (CaO) | Magnesium (MgO) | Kalium (K ₂ O) | Natrium (Na ₂ O) | Fosfor (P ₂ O ₅) | Svovl* (SO ₃) |
|-------------------------|------------------------------|---|--|---------------------------|---------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------|---|---------------------------|
| 1. Hestegødning | 38 | 0,8 | 0,5 | 0,1 | 11 | 3,3 | 22 | 7,1 | 11 | 4,6 |
| 2. Kvæggyllefiber | 28 | 1,6 | 1,1 | 0,1 | 15 | 6,1 | 18 | 5,4 | 7,7 | 9,2 |
| 3. Svinegyllefiber | 18 | 0,7 | 2,6 | 0,1 | 18 | 6,9 | 13 | 3,0 | 16 | 18 |
| 4. Svinegyllefiber | 9,4 | 0,7 | 1,9 | 0,1 | 30 | 6,6 | 4,0 | 1,4 | 30 | 7,2 |
| 5. Blandet gyllefiber | 17 | 0,9 | 1,1 | 0,1 | 27 | 10 | 5,5 | 1,4 | 25 | 6,3 |
| 6. Rugeægshønegødning | 5,0 | 0,7 | 0,4 | 0,04 | 55 | 3,3 | 7,4 | 1,4 | 9,2 | 3,5 |
| 7. Slagtekyllinggødning | 5,5 | 0,8 | 0,6 | 0,1 | 15 | 7,8 | 30 | 3,0 | 19 | 12,5 |
| 8. Gyllepiller | 15 | 0,6 | 2,3 | 0,05 | 41 | 3,5 | 5,0 | 1,2 | 23 | 8,2 |

Tabel 6. Indhold af de væsentlige askedannende grundstoffer, omregnet til oxidform i 550 °C aske, i vægt-% i asken

* Ved en foraskning ved 550 °C (og derover) vil et brændsels indhold af svovl helt eller delvist kunne afgives i form af svovldioxid. Indhold af svovl, som foreligger på sulfatform, vil forblive i asken ved udglødningen

I tabel 7 er gengivet resultaterne for prøvernes indhold af tungmetaller. Resultaterne er angivet i mg/kg tør prøve. Nederst i tabel 7 er gengivet de typiske indhold af tungmetallerne i halm jf. CEN/TS 14961 tabel C.5.

| Prøve ID | As | Cd | Co | Cr | Cu | Hg | Mn | Mo | Ni | Pb | Sb | V | Zn |
|-------------------------|------|-------|------|-----|-----|--------|-----|-----|-----|------|-------|------|------|
| 1. Hestegødning | 0,36 | 0,078 | 0,43 | 3,1 | 29 | 0,017 | 84 | 1,1 | 1,6 | 0,38 | 0,033 | 0,82 | 110 |
| 2. Kvæggyllefiber | 0,34 | 0,11 | 0,56 | 2,8 | 17 | 0,011 | 90 | 2,2 | 2,1 | 0,84 | 0,046 | 1,3 | 100 |
| 3. Svinegyllefiber | 0,17 | 0,13 | 0,64 | 6,8 | 170 | <0,006 | 230 | 9,5 | 7,5 | 0,98 | 0,054 | 3,1 | 980 |
| 4. Svinegyllefiber | 0,56 | 0,43 | 1,7 | 11 | 310 | 0,017 | 550 | 3,9 | 10 | 1,2 | 0,23 | 8,0 | 1500 |
| 5. Blandet gyllefiber | 0,51 | 0,15 | 1,9 | 11 | 110 | 0,023 | 490 | 3,5 | 10 | 1,2 | 0,11 | 3,8 | 590 |
| 6. Rugeægshønegødning | 0,48 | 0,41 | 2,6 | 5,8 | 58 | 0,0066 | 480 | 7,5 | 7,2 | 1,1 | 0,057 | 3,9 | 380 |
| 7. Slagtekyllinggødning | 0,18 | 0,16 | 1,9 | 3,2 | 87 | <0,006 | 390 | 3,2 | 3,6 | 0,40 | 0,037 | 3,8 | 420 |
| 8. Gyllepiller | 0,25 | 0,069 | 0,58 | 8,2 | 42 | 0,0064 | 220 | 1,2 | 5,4 | 0,97 | 0,11 | 2,5 | 380 |
| Halm jf. CEN/TS 14961 | <0,1 | 0,1 | - | 10 | 2 | 0,02 | - | - | 1 | 0,5 | - | 3 | 10 |

Tabel 7. Indhold af spormetaller, i mg/kg tør prøve

3 Vurdering af brændselskvalitet

3.1 Brændselssammensætning og brændværdi

For prøvernes "brændselssammensætning" (se tabel 2) bemærkes især, at indholdet af vand i hestegødningen og i kvæg-, svine- og blandet gyllefiber prøverne er meget højt (over 60 % m/m). For rugeægshøne- og slagtekyllingegødningerne er indholdet af vand mere moderat (20 – 40 % m/m), og for gyllepillerne er indholdet næsten nede på et niveau sammenligneligt med niveauet for træpiller (11 % m/m).

Samtidig er indholdet af askedannende stoffer ("aske") højt for alle otte prøvers vedkommende, fra 7 – 38 % m/m på tør prøvebasis, hvor niveauet for halm er 5 % m/m. Indholdet af aske er specielt højt i rugeægshønegødningen (38 % m/m) og for de blandede gyllefibre og svinegyllefibre fra Kemira anlæg med polymer (22 – 23 % m/m).

De "Flygtige bestanddele" er en empirisk kulanalyseparameter, som bruges til at vurdere reaktiviteten af kul. Flygtige bestanddele bestemmes som vægttabet (udover afgivelse af vand) ved opvarmning til 900 °C uden adgang af luft (ilt) i præcis 7 minutter. For almindelig biomasse som halm og træ ligger indholdet af Flygtige bestanddele på vand- og askefri prøvebasis på 80 ± 5 % m/m. Af tabel 2 ses, at dette også gælder for husdyrgødninger – lige bortset fra rugeægshønegødningen, hvor værdien er helt oppe på 95 % m/m. Af tabel 3 kan ses, at også den effektive brændværdi på vand- og askefri prøve er afvigende for denne prøve (ligger lavere end for de øvrige prøver). Sammensætningen af den brændbare del af denne prøve må således afvige fra sammensætningen af almindelige faste biobrændsler som halm og træ. De blandede gyllefibre efter afgang ligger i øvrigt lige på de 80 % m/m på vand- og askefri prøvebasis. Der synes således ikke at være foretaget en afgang (forkoksning) af de organiske forbindelser.

Indholdet af nitrogen ses af tabel 2 at være højere for alle otte prøver end for en typisk halm; specielt er indholdet i slagtekyllingegødningen højt (4 % m/m), hvorimod indholdet af chlor i prøverne er sammenligneligt med det typiske indhold i halm. Med hensyn til svovl ligger indholdet i hestegødningen på niveau med almindelig halm, men for de øvrige prøver er indholdet af svovl noget højere. Høje indhold af chlor og svovl i et brændsel vil ved en forbrænding give anledning til dannelse af svovldioxid (SO₂) og saltsyre (HCl), partikelemission (f.eks i form af fine kaliumchlorid (KCl) partikler), korrosion og belægningsdannelser. Halm er kendt for at være et vanskeligt brændsel i disse sammenhænge. Det er imidlertid ikke umiddelbart muligt (ud fra indholdet af chlor og svovl) at forudse, om alle otte prøver af husdyrgødninger vil opføre sig på samme vis som halm, da også indholdet af andre grundstoffer har betydning for reaktionerne i kedlen.

Af tabel 3 fremgår det, at det meget høje indhold af vand i hestegødningen og i kvæg-, svine- og blandet gyllefiber prøverne bevirker, at den effektive brændværdi for de indleverede prøver er meget lav (under 4 MJ/kg). Kun gyllepillerne og til dels slagtekyllingegødningen har en rimelig effektiv

brændværdi i indleveret form (henholdsvis 15 og 10 MJ/kg). Til sammenligning ligger den effektive brændværdi for en hvedehalm med omkring 15 % m/m vand på omkring 15 MJ/kg.

Den effektive brændværdi på vand- og askefri prøvebasis ligger omkring 18,5 – 19,5 MJ/kg for almindelige, ikke olieholdige biomasser. Af tabel 3 fremgår det, at to af prøverne afviger fra dette niveau. Prøven af svinegyllefiber fra Kemira anlæg med polymer ligger højere (20,8 MJ/kg), og rugeægshønegødningen ligger lavere (16 MJ/kg). At den førstnævnte prøve af svinegyllefiber ligger med en høj effektiv brændværdi for den brændbare del kan måske tilskrives, at den tilsatte polymer bidrager til brændværdien. Med hensyn til det lavere indhold for rugeægshønegødningen er ovenover anført, at sammensætningen af den brændbare del af denne prøve kan afvige fra sammensætningen af almindelige faste biobrændsler som halm og træ. Rug- og hvedekorn har eksempelvis også en afvigende lav effektiv brændværdi på vand- og askefri prøvebasis (omkring 17 MJ/kg) – men indholdet af Flygtige bestanddele på vand- og askefri prøvebasis ligger på det typiske niveau (80 ± 5 % m/m).

3.2 Brændselsaskens smelteforhold og sammensætning

Af tabel 4 ses det, at rugeægshønegødningen adskiller sig fra de øvrige prøver med meget høje askesmeltningstemperaturer (temperaturer over 1480 °C). Ved at sammenholde dette med de teoretiske askesammensætninger i tabel 6 ses, at denne prøve også udmærker sig ved at have et meget højt indhold af calcium (CaO) i asken. Samtidigt er indholdet af silicium (SiO₂) i asken begrænset, således at der ikke vil ske en silikat/glassmeltning (som typisk vil forekomme omkring 1200 °C). Slagtekyllingegødningen har også rimeligt høje askesmeltningstemperaturer. Dette er noget overraskende, for selvom indholdet af silicium i asken også her er begrænset, så er der et meget højt indhold af kalium og fosfor. Asker fra korn og kornafrens, som stort set består af kaliumfosfatforbindelser, har nemlig typisk meget lave askesmeltningstemperaturer.

Smelteforløbet for askerne fra hestegødningen og kvæggyllefibre ligner derimod forløbet for en typisk aske fra halm. Af tabel 6 ses da også, at disse asker i lighed med asker fra halm har et højt indhold af silicium (over 25 % SiO₂) og kalium (omkring 20 % K₂O). Dertil skal i øvrigt bemærkes, at hestegødningen og kvægfibergyllefibre har et noget højere indhold af aske end halm. Det vil selvfølgelig betyde, at en slaggedannelse vil have et tilsvarende større omfang.

Med hensyn til de fire sidste prøver, svinegyllefibre, de blandede gyllefibre og gyllepillerne, så ligger askesmeltningstemperaturerne højere end det normalt ses for aske fra halm. Niveaue er dog ikke højere end, at der for nogle anlægstyper vil kunne forekomme slaggedannelse. For lidt større ristefyrede kulanlæg findes en tommelfingerregel om, at Blødgøringstemperaturen (DT) ikke bør være under 1200 °C, hvis slaggedannelser skal undgås.

For indholdet af næringsstofferne kalium og fosfor i asken ved forbrænding af de otte typer af husdyrgødninger ses af tabel 6, at indholdet af kalium vil være højt for især slagtekyllingegødningen, men også for hestegødningen og kvæggyllefibre. Derimod vil indholdet af kalium være begrænset for asken fra svinegyllefiber fra Kemira anlæg med polymer, blandet gyllefiber, gyllepiller og rugeægshønegødningen. Indholdet af fosfor er højt for alle otte

prøver, men specielt højt for svinegyllefiber fra Kemira anlæg med polymer, blandet gyllefiber, gyllepiller og slagtekyllingegødningen.

3.3 Tungmetaller

Af tabel 7 fremgår det, at indholdet af zink (Zn) i alle otte prøver er meget højt (100 – 1500 mg/kg tørstof) sammenlignet med det typiske indhold i halm på 10 mg/kg tørstof. Også indholdet af kobber (Cu) er meget højt (20 – 300 mg/kg tørstof) i sammenligning med det typiske indhold for halm på 2 mg/kg tørstof. Zink og i mindre udstrækning kobber vil kunne forflygtiges ved højere forbrændingstemperaturer og efterfølgende udkondensere på flyveaskepartikler. Derved vil ske en opkoncentrering af zink og i mindre udstrækning af kobber i flyveasken.

Indholdet af nikkel (Ni) og arsen (As) er også noget højere end for halm, men niveauerne er lavere end for zink og kobber: 2 – 10 mg nikkel/kg tørstof og 0,2 – 0,6 mg arsen/kg tørstof. Indholdene af cadmium (Cd), chrom (Cr), kviksølv (Hg), bly (Pb) og vanadin (V) i husdyrgødningerne ligger derimod på nogenlunde samme niveau som for halm. For svinegyllefiber fra Kemira anlæg med polymer og rugeægshønegødningen er indholdet af cadmium dog fire gange højere end det angivne niveau for halm på 0,1 mg cadmium/kg tørstof.

4 Forbrændingstekniske forhold

4.1 Indledning

Husdyrgødningernes egenskaber vil sammen med forbrændingstekniske forhold afgøre, hvor velegnede de er som brændsler, dvs. om en god energiudnyttelse er mulig samtidig med en acceptabel miljøbelastning. Det belyses, om prøverne overhovedet vil kunne brænde uden støttebrændsel. Ud fra brændselsanalyserne belyses risikoen for miljøbelastning, som ligger udover, hvad man vil forvente fra fyring med almindeligt halm.

4.2 Mulighed for forbrænding uden støttebrændsel

For overhovedet at kunne brænde uden støttebrændsel må materialets effektive brændværdi være større end energibehovet til at opvarme tørstoffet, forbrændingsluften samt opvarme og fordampe det indeholdte vand. For at kunne brænde så effektivt, at CO og andre brændbare bestanddele udbrændes til vand og CO₂, skal forbrændingstemperaturen desuden kunne nå op på mindst 800 °C og gerne 850 °C eller derover. Den adiabatisk flammetemperatur er den maksimalt opnåelige forbrændingstemperatur. Der er ingen garanti for at en forbrænding når op på den temperatur. Det afhænger af anlægsdesign og drift. Omvendt kan det konkluderes, at hvis den adiabatisk flammetemperatur er lavere end 800 °C, vil man aldrig kunne opnå en fuldstændig forbrænding.

Energi behovet til opvarmning af tørstof, forbrændingsluft og vand samt fordampning af vand er beregnet ud fra en referencetemperatur på 25 grader C. I beregningen indgår følgende størrelser: Vands varmekapacitet er 4,18 kJ/kg K. Vands fordampningsvarme ved kogepunktet er 2257 kJ/kg K. Tørstoffets varmekapacitet antages at være svarende til sandsten 0,71 kJ/kg. Sidstnævnte spiller en meget lille rolle. Selv hvis tørstoffets varmekapacitet antages at svare til vands, rykker det ikke på konklusionerne.

I tabel 8 er de beregnede størrelser vist for de aktuelle prøver, og i søjlen længst til højre er det angivet, om materialet repræsenteret ved den pågældende prøve vil kunne brænde af sig selv uden støttebrændsel.

De materialer, som vil kunne brænde selv, er 1. Hestegødning, 3. Svinegyllefiber fra Samson, 6. Rugeægshønegødning, 7. Slagtekyllingegødning og 8. Gyllepiller.

De materialer, som vil kunne brænde selv, men som ligger meget tæt på grænsen for ikke at kunne det, er 4. Svinegyllefiber fra Kemira og 5. Blandet gyllefiber efter afgang. I og med energibehovet for opvarmning og fordampning af vand i disse materialer ligger så tæt på grænsen, vil selv mindre ændringer i brændværdi kunne betyde, at materialet alligevel ikke kan brænde selv uden støttebrændsel.

Et materiale vil slet ikke kunne brænde. Det er 2. Kvæggyllefiber fra Kemira.

| Prøve ID | Effektiv brændværdi MJ/kg indleveret prøve | Vandindhold % m/m indleveret prøve | Energibehov til opvarmning og fordampning MJ | Kan brænde uden støttebrændsel? Ja/nej |
|-----------------------------------|--|------------------------------------|--|--|
| 1. Hestegødning | 3,46 | 70,3 | 1,82 | Ja |
| 2. Kvæggyllefiber, fra Kemira | 1,86 | 78,5 | 2,03 | Nej |
| 3. Svinegyllefiber, fra Samson | 3,75 | 68,1 | 1,77 | Ja |
| 4. Svinegyllefiber, fra Kemira | 2,49 | 73,5 | 1,90 | Ja, tæt på grænsen |
| 5. Blandet gyllefiber efter afgas | 2,00 | 73,9 | 1,91 | Ja, tæt på grænsen |
| 6. Rugeægshønegødning | 6,92 | 23,7 | 0,65 | Ja |
| 7. Slagtekyllinggødning | 9,99 | 35,7 | 0,95 | Ja |
| 8. Gyllepiller | 14,87 | 11,3 | 0,34 | Ja |

Tabel 8. Resultat for beregninger af energibehov for opvarmning af tørstof og fordampning af vand

Den adiabatisk flammetemperatur fortæller, hvor høj forbrændingstemperatur, der maksimalt kan opnås, ud fra den givne brændselssammensætning og ud fra brændslets brændværdi. For at opnå fuldstændig forbrænding og derved udbrænde de brændbare komponenter fuldstændigt til vand og CO₂, viser erfaringerne, at det er nødvendigt med en adiabatisk flammetemperatur på 800 til 850 °C. Hvis ikke CO udbrændes ordentligt, vil energiudnyttelsen være dårlig, og der vil opstå luftforurening med CO og sandsynligvis også med PAH og andre uforbrændte kulbrinter.

Beregning af røggassens varmekapacitet og andre forhold, som spiller ind på den adiabatisk flammetemperatur, er foretaget ved hjælp af et beregningsprogram, som FORCE Technology har udviklet. Beregning af den adiabatisk flammetemperatur følger beregningsmetoder beskrevet i bogen "Forbrænding, teori og praksis". For at gennemføre beregningen skal der estimeres nogle røggasmængder m.m. og disse vil hænge sammen med, hvilken størrelse anlæg der fyres ind i. I beregningen er der antaget et mindre anlæg på 600 kW.

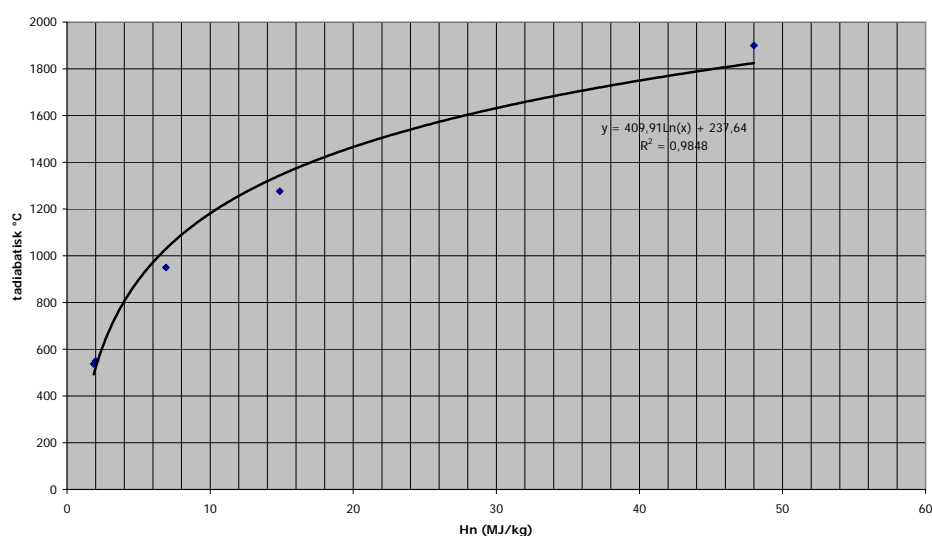
Der er udvalgt fire prøver for beregningen: Én med højt vandindhold og tilsvarende lav brændværdi, som vi forudsiger ikke kan brænde uden støttebrændsel, én som ligger lige på grænsen til at kunne brænde uden støttebrændsel, én som forudses sagtens at kunne brænde uden støttebrændsel samt én der forudses at kunne brænde uden støttebrændsel, og som samtidig har højt askeindhold. Resultaterne af beregningerne er vist i tabel 9.

| Prøve ID | Kan brænde uden støttebrændsel? | t _{adiabatisk} beregnet °C | Kan opnå fuldstændig forbrænding? |
|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 2. Kvæggyllefiber | Nej | 537 | Nej |
| 5. Blandet gyllefiber | Ja, tæt på grænsen | 550 | Nej |
| 6. Rugeægshønegødning | Ja (højt askeindhold) | 949 | Ja |
| 8. Gyllepiller | Ja | 1276 | Ja |

Tabel 9. Beregnede adiabatisk flammetemperaturer

De beregnede temperaturer i forhold til de effektive brændværdier er afbildet grafisk i Figur 1. Der er i grafen tilføjet en værdi fra bogen "Forbrænding,

teori og praksis” gældende for naturgas, som har en effektiv brændværdi på 48 MJ/kg og en adiabatisk flammetemperatur på 1900 °C.



Figur 1. Beregnet adiabatisk flammetemperatur som funktion af effektiv brændværdi for de 4 udvalgte prøver af husdyrgødning samt 1 litteraturværdi for naturgas.

Ud fra Figur 1 kan den adiabatiske flammetemperatur skønnes for de øvrige 4 prøver. Derved fås de i tabel 10 anførte samlede resultater for de enkelte prøvers **mulighed** for at brænde uden støttebrændsel og **mulighed** for at kunne opnå fuldstændig forbrænding. Kun prøve 6. Rugeægshønegødning, prøve 7. Slagtekyllinggødning samt prøve 8. Gyllepiller ser ud til at kunne opfylde begge forhold. De faktiske forbrændingsbetingelser vil afgøre, om muligheden for at opnå fuldstændig forbrænding bliver opfyldt i et givet anlæg.

| Prøve ID | Effektiv brændværdi MJ/kg indleveret prøve | Vandindhold % m/m indleveret prøve | Kan brænde uden støttebrændsel? Ja/nej | Kan opnå fuldstændig forbrænding? Ja/nej |
|-----------------------------------|--|------------------------------------|--|--|
| 1. Hestegødning | 3,46 | 70,3 | Ja | Tæt på grænsen |
| 2. Kvæggyllfiber, fra Kemira | 1,86 | 78,5 | Nej | Nej |
| 3. Svinegyllfiber, fra Samson | 3,75 | 68,1 | Ja | Tæt på grænsen |
| 4. Svinegyllfiber, fra Kemira | 2,49 | 73,5 | ja, tæt på grænsen | Nej |
| 5. Blandet gyllefiber efter afgas | 2,00 | 73,9 | ja, tæt på grænsen | Nej |
| 6. Rugeægshønegødning | 6,92 | 23,7 | Ja | Ja |
| 7. Slagtekyllinggødning | 9,99 | 35,7 | Ja | Ja |
| 8. Gyllepiller | 14,87 | 11,3 | Ja | Ja |

Tabel 10. Samlet vurdering af husdyrgødningernes muligheder for forbrænding

4.3 NO_x-emission

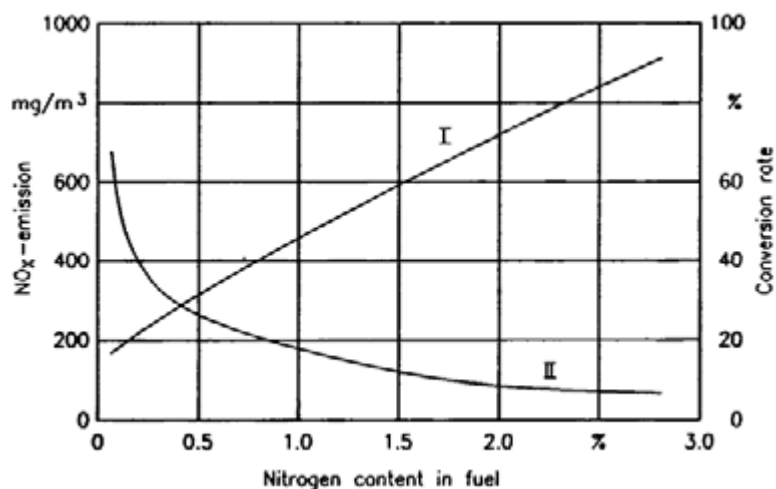
Ud fra vurdering af brændselskvaliteten i kapitel 3 ses det, at i forhold til halm er især indholdet af nitrogen højt i nogle af prøverne. Nogle typer af biomasse indeholder dog tilsvarende høje indhold, f.eks. korn og frø med 2 – 4 vægtprocent nitrogen i tørstoffet.

Brændslets nitrogen kan omdannes til NO_x ("Brændsels-NO_x") og til frit nitrogen (N₂). NO_x er en luftforurening, der reguleres af emissionskrav og afgift.

Fyring med rent træ og halm giver NO_x-værdier omkring 100 – 300 mg/m³ ifølge Miljøstyrelsens Arbejdsrapport nr. 11 (2008).

Sammenhængen mellem nitrogenindhold og NO_x-dannelse har blandt andet været undersøgt i forbindelse med forbrænding af resttræ med lim-indhold, såsom MDF- og spånplader. Marutzky og Schriever er refereret i Miljøstyrelsens Miljøprojekt nr. 358 fra 1997. De skriver i en artikel fra 1986, at selvom nitrogenindholdet i spånplader er 10 til 20 gange højere end i rent træ, ses kun en 2 til 4 gange højere NO_x-emission ved fyring med spånplader. En anden undersøgelse (Reisinger) refereret i samme rapport fra Miljøstyrelsen fandt, at et nitrogenindhold i brændslet på 5 % gav en NO_x-emission på 375 – 560 mg/m³ ved 11 % oxygen, mens en tredje undersøgelse (Nussbaumer) fandt, at knapt 3 % nitrogen gav 980 mg/m³ NO_x ved 11 % oxygen.

Nussbaumers resultater er gengivet grafisk i Miljøstyrelsens Arbejdsrapport nr. 11 (2008) og er også gengivet i figur 2 nedenfor.



Figur 2. NO_x-emission som funktion af nitrogenindhold i brændslet. I er NO_x-emissionen som funktion af nitrogen-indholdet. II er omdannelses-graden i % af maksimal mulig NO_x. Nussbaumer, gengivet i Miljøstyrelsens Arbejdsrapport nr. 11 (2008).

Som et billede på worst case for Brændsels-NO_x, kan man beregne den mængde NO_x, som teoretisk vil blive dannet, hvis alt brændslets nitrogen bliver omdannet til NO_x. For de 8 prøver af husdyrgødninger er beregnet den maksimalt mulige Brændsels-NO_x idet der er antaget, at der dannes samme mængde tør røggas per kg gødning som ved halm. Det er en rimelig antagelse, fordi den effektive brændværdi på vand- og askefri prøvebasis er af samme størrelse for prøverne som for halm, dvs. omkring 20 MJ/kg. Resultaterne er vist i tabel 11.

Litteraturværdierne viser, for lave nitrogenindhold, at det er op til ca. 50 % af den maximalt mulige NO_x , som bliver dannet. For høje nitrogenindhold bliver der kun dannet 5 – 10 % af den maximalt mulige NO_x .

I tabel 11 gives derfor et bud på, hvad NO_x -koncentrationen ville være, hvis hhv. 5 % og 50 % af den maximalt mulige NO_x blev dannet. Der er henregnet til 11 % oxygen for at kunne sammenligne med de tidligere nævnte litteraturværdier. NO_x er beregnet som NO_2 . Det skal bemærkes, at MDF- og spånplader har et lavt vandindhold, under 10 %. Gyllepilleres vandindhold på 11 % er ligeledes lavt, mens de øvrige prøver har vandindhold fra 23,7 % til 78,5 %. Det er ikke undersøgt, hvilken rolle vandindholdet spiller på dannelsen af Brændsels- NO_x .

| Prøve ID | Max mulig N i røg mg/m ₃ (n,t)/kg | Max mulig brændsels- NO_x i røg | Hvis 5 % af max mulige NO_x | Hvis 50 % af max mulige NO_x |
|------------------------------|---|---|--------------------------------------|---------------------------------------|
| | v. 11 % oxygen | mg/m ₃ (n,t)/kg v. 11 % oxygen | | |
| 1. Hestegødning | 201 | 659 | 33 | 330 |
| 2. Kvæggyllfiber | 200 | 657 | 33 | 328 |
| 3. Svinegyllfiber | 459 | 1.509 | 75 | 755 |
| 4. Svinegyllfiber m. polymer | 455 | 1.495 | 75 | 747 |
| 5. Blandet gyllefiber | 318 | 1.046 | 52 | 523 |
| 6. Rugeægshønegødning | 2.146 | 7.050 | 352 | 3.525 |
| 7. Slagtekyllinggødning | 2.864 | 9.409 | 470 | 4.705 |
| 8. Gyllepiller | 896 | 2.944 | 147 | 1.472 |

Tabel 11. Vurdering af niveau for mulig Brændsels- NO_x koncentration i røggas

Det erindres, at NO_x også kan dannes ved oxidation af det frie nitrogen i forbrændingsluften. Det sker i den varme forbrændingszone og sker ved høj forbrændingstemperatur, lang opholdstid og luftoverskud en smule over støkiometrisk forbrænding. Disse forhold aktiverer luftens oxygen, som bliver meget reaktivt og omdanner luftens nitrogen til NO , som siden oxideres videre til NO_2 ("Termisk NO_x "). Den adiabatisk flammetemperatur for det mest tørre brændsel, 8. Gyllepiller, er dog kun på knapt 1300 °C. Ved denne temperatur er risikoen for dannelse af Termisk- NO_x ikke så høj.

Samlet set er det vanskeligt at vurdere mere nøjagtigt, hvor stor den samlede NO_x -koncentration i røggassen vil blive, fra Brændsels- NO_x og Termisk- NO_x , uden at kende forbrændingsbetingelserne, der har stor betydning for dannelsen af Termisk- NO_x og uden at vide præcist, hvor meget af brændslets nitrogen, som rent faktisk vil blive omdannet til Brændsels- NO_x . Man må dog konkludere, at der for nogle af gødningerne er en forhøjet risiko for at NO_x vil dannes i større mængder end hvad der ses fra fyring med halm og andre, velkendte biobrændsler, hvor emissionerne typisk ligger omkring 100 – 300 mg/m³. Mængderne vil muligvis svare til, hvad der ses ved forbrænding af MDF- og spånplader. Det vil sige op til knapt 1000 mg/m³ (n,t) ved 11 % oxygen.

4.4 Fosfor i asken

Næringsstoffet fosfor anses for i fremtiden at kunne blive en knap ressource. Fosfors værdi som næringsstof hænger sammen med dets tilgængelighed for afgrøderne. Traditionelt betragtes det ud fra fosfor-forbindelsens opløselighed, men en nyere undersøgelse tyder på, at det ikke giver et tilstrækkeligt billede af tilgængeligheden. Undersøgelsen belyste tilgængeligheden af fosfor i aske fra forgasning. Ved den aktuelle forgasningsmetode blev askens temperatur holdt lavere end hvad man ser ved en normal forbrænding, og der var en reducerende atmosfære med lavere oxygenindhold end ved forbrænding. Det viste sig, at selvom asken herfra havde opløselighed på niveau som forbrændingsaske, så var tilgængeligheden bedre.

Indholdet af fosfor i asken ved forbrænding af de otte typer af husdyrgødninger er højt for alle otte prøver, men specielt højt for svinegyllefiber fra Kemira anlæg med polymer, blandet gyllefiber, gyllepiller og slagtekyllingegødningen.

Det kan derfor undersøges, om resultaterne fra den nyere undersøgelse kan reproduceres og, hvis de kan, overvejes, om en eventuel energiudnyttelse af husdyrgødning bør foregå på en måde, så asketemperaturen holdes lavere end ved en normal forbrænding.

5 Referencer

CEN/TS 14961:2005. Solid biofuels – Fuel specification and classes

CEN/TS 14780:2005. Solid biofuels - Methods for sample preparation

CEN/TS 14774-1:2004. Solid biofuels - Methods for the determination of moisture content – Oven dry method – Part 1: Total moisture - Reference method

CEN/TS 14774-3:2004. Solid biofuels - Methods for the determination of moisture content – Part 3: Moisture in general analysis sample

CEN/TS 14775:2004. Solid biofuels - Method for the determination of ash content

CEN/TS 15148:2005. Solid biofuels - Method for the determination of the content of volatile matter

CEN/TS 15104:2005. Solid biofuels - Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen – Instrumental methods

CEN/TS 15289:2006. Solid biofuels - Determination of total content of sulphur and chlorine

CEN/TS 14918:2005. Solid biofuels - Method for the determination of calorific value

CEN/TS 15290:2006. Solid biofuels - Determination of major elements (Al, Ca, Fe, Mg, P, K, Si, Na and Ti)

CEN/TS 15297:2006. Solid biofuels - Determination of minor elements (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, V and Zn)

CEN/TS 15370-1:2006. Solid biofuels - Method for the determination of ash melting behavior – Part 1: Characteristic temperature method

Forbrænding, teori og praksis. Bind 1 og 2. Redigeret af N. Bech og J. Dahlin. Polyteknisk forlag.

Miljøstyrelsen, Arbejdsrapport nr. 11 “Afbrænding af lettere foruenet træaffald i fyringsanlæg på fx møbelfabrikker” 2008, Cramer J. et al.

Miljøstyrelsen, Miljøprojekt nr. 358:”Fyring med biomassebaserede restprodukter” 1997. Christensen B. H, A. Evald, J. Baadsgaard-Jensen og K. Bülow.

Adresser på gødningsleverandører

Notat

MILJØMINISTERIET

Miljøstyrelsen

Bilag 3 - Adresser på gødningsleverandører

Miljøteknologi
J.nr. MST-501-00205
Ref. vvn
Den 16. november 2009

Svinegyllefiber fra Kemira anlæg med polymer:

Erling Groth Zeerow
Midtervej 5
6520 Toftlund
74831248/26348180

Svinegyllefiber fra Samson anlæg uden polymer:

Hans Jesper Hansen
Skyttehusvej 5
6330 Padborg
74676740/40446891

Kvæggyllefiber fra Kemira uden polymer:

Jørgen Riisgård
Svinget 10, Hvam
9620 Aalestrup
98648045/23232225

Blandet gyllefiber efter afgasning uden polymer:

Mørsø Bioenergi
Næssundvej 234,
7970 Redsted Mors
22650001

Hestegødning:

Vilhemsborg Ridecenter
Att. Søren Vallentin
Bedervej 101
8320 Mårslet
22213861

Gyllepiller:

Poul Richard Jørgensen
Frørupvej 19
6070 Christiansfeld
74568333

Slagtekyllinggødning:

Ole Kofod
Vestbørnholms Varmeforsyning
Bykærvej 6
3790 Hasle
56966400/20214939

Gødning fra rugeægshøner:

Markedschef Henrik Hansen
DanHatch A/S
Hørtoftvej 14
6400 Sønderborg
29205724

Prøveudtagningsinstruks

MILJØMINISTERIET

Miljøstyrelsen

Til prøveleverandørerne i projektet
"Brændstovfunderinger på husdyrgødninger"

Miljøteknologi
J.nr. MST-501-00205
Ref. vvn
Den 16. november 2009

Instruks i udtagning og forsendelse af prøver

Materialer:

Der er fremsendt en 10 liter lufttæt plastspand med plastpose og et par plathandsker.

Prøve af husdyrgødning bedes efter modtagelsen af plastspanden udtages således, at prøven kan være fremme hos FORCE Technology **senest fredag den 27. november 2009**.

Bemærk at udtagning og fremsendelse ikke må finde sted fredag, da prøvematerialet herved vil komme til at henstå weekenden over hos transportfirmaet.

Udtaget prøvemateriale, jf. nedenstående beskrivelser, bedes sendt umiddelbart efter udtagning.

Fremgangsmåde ved udtagning af prøver på pilleform:

Der udtages fra lager eller over en arbejdsdag fra bånd med skovl 20 tilfældige delprøver i en bunke, som blandes. Herfra udtages prøven (ca. 10 liter) i plastspanden og det lufttætte låg påsættes. Plastspanden kommes i plastposen, som påsættes adresseseddel (vedlagt med påtrykt modtageradresse) og sendes til prøvningslaboratoriet (FORCE Technology).

Fremgangsmåde ved udtagning af prøver i naturlig og separeret form:

Der udtages fra lager, mødding eller produktionshal (stald) 20 tilfældige delprøver med skovl eller greb i en bunke. Bunken vendes og blandes godt. Herfra udtages prøven (ca. 10 liter) i plastspanden og det lufttætte låg påsættes. Før plastspanden kommes i plastposen fjernes evt. gødning uden på plastspanden med en våd klud. Adresseseddel (vedlagt med påtrykt modtageradresse) påsættes plastposen og plastspanden sendes til prøvningslaboratoriet (FORCE Technology).

Forsendelse:

Udtager af prøve sørger for kontakt og aftale med fragtmænd om forsendelse af prøven. FORCE Technology betaler fragten ved modtagelsen af prøven.

Hvis der er spørgsmål til prøveudtagningen kan der rettes henvendelse til FORCE Technology ved Susanne Westborg, tlf.: 43 26 70 00.

Tak for Deres medvirken i projektet. Resultaterne af brændstofvurderingerne på husdyrgødningerne vil blive sendt til Dem i slutningen af januar 2010.

Med venlig hilsen
Vibeke Vestergaard
Miljøstyrelsen

Prøvningsrapport, 1. Hestegødning



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1016

2009.12.17

PRØVNINGSRAPPORT

Undersøgelse af fast brændsel

Sag. nr. : 109-32483-20
Rekvissions nr. : -
Prøve modtaget d. : 2009.11.24
Prøvningstermin : 2009.11.24 – 2009.12.17

Resultaterne for prøvningen findes på side: 2 - 4

FORCE Technology


Susanne Westborg
Specialist

Kemisk Analyse


Rene Hansen
Tekniker

Kemisk Analyse

Side 1 af 4

Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag med FORCE Technology's skriftlige tilladelse.
Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de prøvede emner.

De "Almindelige betingelser" på bagsiden er en integreret del af vor ydelse.



FORCE Technology Norway AS
Claude Monets allé 5
1338 Sandvika, Norge
Tel +47 64 00 35 00
Fax +47 64 00 35 01
e-mail info@forcetechnology.no
www.forcetechnology.no

FORCE Technology Sweden AB
Tullmarargatan 7
721 34 Västerås, Sverige
Tel +46 (0)21 490 3000
Fax +46 (0)21 490 3001
e-mail info@forcetechnology.se
www.forcetechnology.se

FORCE Technology Hovedkontor
Park Allé 345
2605 Brøndby, Danmark
Tel +45 43 26 70 00
Fax +45 43 26 70 11
e-mail force@force.dk
www.force.dk



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1016

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------------|----------------------------|---------------------|------------------|--|
| Prøve af | Hestegødning | | | | | |
| Mærket | Vilhelmsborg Ridecenter | | | | | |
| Prøvens størrelse | 3794,3 g | Emballage | Tæt plastik spånd | | | |
| Forbehandling af prøve: | | | I henhold til CEN/TS 14780 | | | |
| Analyse af brændslet | | Basis: | Vand- og askefri prøve | Vandfri prøve | Indleveret prøve | |
| Vand, totalt | CEN/TS 14774-1 | | - | - | 70,3 % | |
| Aske | CEN/TS 14775 | | - | 7,3 % | 2,2 % | |
| Flygtige bestanddele | CEN/TS 15148 | | 78,7 % | 73,0 % | 21,7 % | |
| Svovl | S | prEN 15289 | ∕ % | 0,13 % | 0,038 % | |
| Hydrogen | H | CEN/TS 15104 (Vario EI) | 6,3 % | 5,8 % | 1,7 % | |
| Carbon | C | CEN/TS 15104 (Vario EI) | 50,7 % | 47,0 % | 13,9 % | |
| Nitrogen | N | CEN/TS 15104 (Vario EI) | 0,90 % | 0,85 % | 0,25 % | |
| Chlor | Cl | prEN 15289 | ∕ % | 0,36 % | 0,11 % | |
| Chlorid | Cl ⁻ | CEN/TS 15105 | ∕ % | ∕ % | ∕ % | |
| Brændslets fysiske egenskaber | | | | | | |
| Øvre brændværdi | CEN/TS 14918, indleveret prøve | 1,54 kWh/kg~ | 1328 kcal/kg~ | 5,56 MJ/kg | | |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på indleveret prøve | 0,96 kWh/kg~ | 828 kcal/kg~ | 3,46 MJ/kg | | |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på vandfri prøve | 4,85 kWh/kg~ | 4170 kcal/kg~ | 17,46 MJ/kg | | |
| Effektiv brændværdi, | bereg. på vand- og askefri prøve | 5,23 kWh/kg~ | 4500 kcal/kg~ | 18,84 MJ/kg | | |
| Askens smelteforløb | CEN/TS 15370-1 | Bestemt i: | Reducerende atm. | Prøveform: Cylinder | | |
| | Blødgørings temperatur (IDT) | | | 820 °C | | |
| | Halvkugle temperatur (HT) | | | 1120 °C | | |
| | Flyde temperatur (FT) | | | 1170 °C | | |
| Rumvægt, omtrentlig | Beregnet ud fra nettovægt og opmålt modtagevolumen | | 310 kg/m ³ | indleveret prøve | | |
| Bemærkninger: | | | | | | |
| ∕∕∕:Ikke analyseret parameter. | | | | | | |



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1016

| Undersøgelse af fast brændsel | | | |
|--|-------------------------|----------------------------|-------------------|
| Prøve af | Hestegødning | | |
| Mærket | Vilhelmsborg Ridecenter | | |
| Prøvens størrelse | 3794,3 g | Emballage | Tæt plastik spand |
| Forbehandling af prøve: | | I henhold til CEN/TS 14780 | |
| Brændslets uorganiske hovedbestanddele (Major elements) | | | |
| | | Basis: | Tør prøve |
| Silicium | Si | (1) | 13.000 mg/kg |
| Aluminium | Al | (1) | 310 mg/kg |
| Jern | Fe | (1) | 280 mg/kg |
| Titan | Ti | (1) | 25 mg/kg |
| Calcium | Ca | (1) | 6.000 mg/kg |
| Magnesium | Mg | (1) | 1.500 mg/kg |
| Kalium | K | (1) | 13.000 mg/kg |
| Natrium | Na | (1) | 3.900 mg/kg |
| Phosphor | P | (1) | 3.400 mg/kg |
| Svovl | S | (1) | 1.300 mg/kg |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Metoder : | | | |
| (1) CEN/TS 15290 Part A (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | |
| Bemærkninger: | | | |
| ⚡:Ikke analyseret parameter. | | | |

Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1016

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | |
|---|-------------------------|-----------|-------------------|----------------------------|
| Prøve af | Hestegødning | | | |
| Mærket | Vilhelmsborg Ridecenter | | | |
| Prøvens størrelse | 3794,3 g | Emballage | Tæt plastik spand | |
| Forbehandling af prøve: | | | | I henhold til CEN/TS 14780 |
| Indhold af sporelementer (Minor elements) | | | | |
| | | | Basis: | Tør prøve |
| Arsen | As | (1) | 0,36 | mg/kg |
| Cadmium | Cd | (1) | 0,078 | mg/kg |
| Kobolt | Co | (1) | 0,43 | mg/kg |
| Chrom | Cr | (1) | 3,1 | mg/kg |
| Kobber | Cu | (2) | 29 | mg/kg |
| Kviksølv | Hg | (1) | 0,017 | mg/kg |
| Mangan | Mn | (2) | 84 | mg/kg |
| Molybdæn | Mo | (1) | 1,1 | mg/kg |
| Nikkel | Ni | (1) | 1,6 | mg/kg |
| Bly | Pb | (1) | 0,38 | mg/kg |
| Antimon | Sb | (1) | 0,033 | mg/kg |
| Vanadin | V | (1) | 0,82 | mg/kg |
| Zink | Zn | (2) | 110 | mg/kg |
| Metoder: | | | | |
| (1) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-MS analyse) | | | | |
| (2) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | | |
| Bemærkninger: | | | | |
| ⚡: Ikke analyseret parameter. | | | | |

Prøvningsrapport, 2. Kvæggyllefiber fra Kemira uden polymer



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1017

2009.12.17

PRØVNINGSRAPPORT

Undersøgelse af fast brændsel

Sag. nr. : 109-32483-20
Rekvirens nr. : -
Prøve modtaget d. : 2009.11.25
Prøvningstermin : 2009.11.25 – 2009.12.17

Resultaterne for prøvningen findes på side: 2 - 4

FORCE Technology


Susanne Westborg
Specialist

Kemisk Analyse


Rene Hansen
Tekniker

Kemisk Analyse

Side 1 af 4

Prøvingsrapporten må kun gengives i uddrag med FORCE Technology's skriftlige tilladelse.
Prøvingsresultaterne gælder udelukkende for de prøvede emner.

De "Almindelige betingelser" på bagsiden er en integreret del af vor ydelse.



FORCE Technology Norway AS
Claude Monets alle 5
1338 Sandvika, Norge
Tel: +47 64 00 35 00
Fax: +47 64 00 35 01
e-mail: info@forcetechnology.no
www.forcetechnology.no

FORCE Technology Sweden AB
Tallmätargatan 7
721 34 Västerås, Sverige
Tel: +46 (0)21 490 3000
Fax: +46 (0)21 490 3001
e-mail: info@forcetechnology.se
www.forcetechnology.se

FORCE Technology, Hovedkontor
Park Allé 345
2605 Brøndby, Danmark
Tel: +45 43 26 70 00
Fax: +45 43 26 70 11
e-mail: force@force.dk
www.force.dk

Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1017

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | | | |
|--------------------------------------|--|------------|----------------------------|------------------|---------------------|-------------|
| Prøve af | Kvæggyllefiber | | | | | |
| Mærket | Kvæggyllefiber fra Kemira uden polymer | | | | | |
| Prøvens størrelse | 4696,8 g | Emballage | Tæt plastik spand | | | |
| Forbehandling af prøve: | | | I henhold til CEN/TS 14780 | | | |
| Analyse af brændslet | | Basis: | Vand- og askefri prøve | Vandfri prøve | Indleveret prøve | |
| Vand, totalt | CEN/TS 14774-1 | | - | - | 78,5 | % |
| Aske | CEN/TS 14775 | | - | 9,5 | 2,0 | % |
| Flygtige bestanddele | CEN/TS 15148 | | 77,3 | 70,0 | 15,1 | % |
| Svovl | S prEN 15289 | | ∕ | 0,31 | 0,067 | % |
| Hydrogen | H CEN/TS 15104 (Vario El) | | 6,2 | 5,6 | 1,2 | % |
| Carbon | C CEN/TS 15104 (Vario El) | | 51,9 | 47,0 | 10,1 | % |
| Nitrogen | N CEN/TS 15104 (Vario El) | | 1,60 | 1,45 | 0,30 | % |
| Chlor | Cl prEN 15289 | | ∕ | 0,57 | 0,12 | % |
| Chlorid | Cl ⁻ CEN/TS 15105 | | ∕ | ∕ | ∕ | % |
| Brændslets fysiske egenskaber | | | | | | |
| Øvre brændværdi | CEN/TS 14918, indleveret prøve | 1,12 | kWh/kg~ | 964 | kcal/kg~ | 4,04 MJ/kg |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på indleveret prøve | 0,52 | kWh/kg~ | 444 | kcal/kg~ | 1,86 MJ/kg |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på vandfri prøve | 4,87 | kWh/kg~ | 4184 | kcal/kg~ | 17,52 MJ/kg |
| Effektiv brændværdi, | bereg. på vand- og askefri prøve | 5,38 | kWh/kg~ | 4624 | kcal/kg~ | 19,36 MJ/kg |
| Askens smelteforløb | CEN/TS 15370-1 | Bestemt i: | | Reducerende atm. | Prøveform: Cylinder | |
| | Blødgørings temperatur (IDT) | | | | 930 | ° C |
| | Halvkugle temperatur (HT) | | | | 1050 | ° C |
| | Flyde temperatur (FT) | | | | 1110 | ° C |
| Rumvægt, omtrentlig | Beregnet ud fra nettovægt og opmålt modtagevolumen | 500 | kg/m ³ | indleveret prøve | | |
| Bemærkninger: | | | | | | |
| ∕: Ikke analyseret parameter. | | | | | | |



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1017

| Undersøgelse af fast brændsel | | | |
|--|--|----------------------------|-------------------|
| Prøve af | Kvæggyllefiber | | |
| Mærket | Kvæggyllefiber fra Kemira uden polymer | | |
| Prøvens størrelse | 4696,8 g | Emballage | Tæt plastik spand |
| Forbehandling af prøve: | | I henhold til CEN/TS 14780 | |
| Brændslets uorganiske hovedbestanddele (Major elements) | | | |
| | Basis: | | Tør prøve |
| Silicium | Si | (1) | 12.000 mg/kg |
| Aluminium | Al | (1) | 790 mg/kg |
| Jern | Fe | (1) | 760 mg/kg |
| Titan | Ti | (1) | 55 mg/kg |
| Calcium | Ca | (1) | 10.000 mg/kg |
| Magnesium | Mg | (1) | 3.500 mg/kg |
| Kalium | K | (1) | 14.000 mg/kg |
| Natrium | Na | (1) | 3.800 mg/kg |
| Phosphor | P | (1) | 3.200 mg/kg |
| Svovl | S | (1) | 3.500 mg/kg |
| Metoder : | | | |
| (1) CEN/TS 15290 Part A (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | |
| Bemærkninger: | | | |
| ⚠:Ikke analyseret parameter. | | | |

Side 3 af 4

Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1017

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------|-------------------|----------------------------|
| Prøve af | Kvæggyllfiber | | | |
| Mærket | Kvæggyllfiber fra Kemira uden polymer | | | |
| Prøvens størrelse | 4696,8 g | Emballage | Tæt plastik spand | |
| Forbehandling af prøve: | | | | I henhold til CEN/TS 14780 |
| Indhold af sporelementer (Minor elements) | | | | |
| | | | Basis: | Tør prøve |
| Arsen | As | (1) | 0,34 | mg/kg |
| Cadmium | Cd | (1) | 0,11 | mg/kg |
| Kobolt | Co | (1) | 0,56 | mg/kg |
| Chrom | Cr | (1) | 2,8 | mg/kg |
| Kobber | Cu | (2) | 17 | mg/kg |
| Kviksølv | Hg | (1) | 0,011 | mg/kg |
| Mangan | Mn | (2) | 90 | mg/kg |
| Molybdæn | Mo | (1) | 2,2 | mg/kg |
| Nikkel | Ni | (1) | 2,1 | mg/kg |
| Bly | Pb | (1) | 0,84 | mg/kg |
| Antimon | Sb | (1) | 0,046 | mg/kg |
| Vanadin | V | (1) | 1,3 | mg/kg |
| Zink | Zn | (2) | 100 | mg/kg |
| Metoder: | | | | |
| (1) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-MS analyse) | | | | |
| (2) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | | |
| Bemærkninger: | | | | |
| ⚡: Ikke analyseret parameter. | | | | |

Prøvningsrapport, 3. Svinegyllefiber fra Samson anlæg uden polymer



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1018

2009.12.17

PRØVNINGSRAPPORT

Undersøgelse af fast brændsel

Sag. nr. : 109-32483-20
Rekvissions nr. : -
Prøve modtaget d. : 2009.12.01
Prøvningstermin : 2009.12.01 – 2009.12.17

Resultaterne for prøvningen findes på side: 2 - 4

FORCE Technology


Susanne Westborg
Specialist

Kemisk Analyse

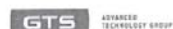

Rene Hansen
Tekniker

Kemisk Analyse

Side 1 af 4

Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag med FORCE Technology's skriftlige tilladelse.
Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de prøvede emner.

De "Almindelige betingelser" på bagsiden er en integreret del af vor ydelse.



FORCE Technology Norway AS
Claude Monets alle 5
1138 Sandvika, Norge
Tel +47 64 00 35 00
Fax +47 64 00 35 01
e-mail info@foretechnology.no
www.foretechnology.no

FORCE Technology Sweden AB
Tullinavägen 7
721 34 Västerås, Sverige
Tel +46 (0)21 490 3000
Fax +46 (0)21 490 3001
e-mail info@foretechnology.se
www.foretechnology.se

FORCE Technology, Hovedkontor
Park Allé 245
2605 Brøndby, Danmark
Tel +45 43 26 70 00
Fax +45 43 26 70 11
e-mail force@force.dk
www.force.dk



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1018

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | | | |
|--------------------------------------|--|---|--------------|------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Prøve af | | Svinegyllefiber | | | | |
| Mærket | | Svinegyllefiber fra Samson anlæg uden polymer | | | | |
| Prøvens størrelse | | 5363,0 g | Emballage | | Tæt plastik spand | |
| Forbehandling af prøve: | | | | | | I henhold til CEN/TS 14780 |
| Analyse af brændslet | | | Basis: | Vand- og askefri prøve | Vandfri prøve | Indleveret prøve |
| Vand, totalt | | CEN/TS 14774-1 | | - | - | 68,1 % |
| Aske | | CEN/TS 14775 | | - | 9,5 % | 3,0 % |
| Flygtige bestanddele | | CEN/TS 15148 | | 77,9 % | 70,5 % | 22,5 % |
| Svovl | S | prCEN/TS 15289 | | ∕ % | 0,64 % | 0,21 % |
| Hydrogen | H | CEN/TS 15104 (Vario EI) | | 6,1 % | 5,5 % | 1,8 % |
| Carbon | C | CEN/TS 15104 (Vario EI) | | 50,4 % | 45,6 % | 14,6 % |
| Nitrogen | N | CEN/TS 15104 (Vario EI) | | 1,95 % | 1,75 % | 0,55 % |
| Chlor | Cl | prCEN/TS 15289 | | ∕ % | 0,44 % | 0,14 % |
| Chlorid | Cl ⁻ | CEN/TS 15105 | | ∕ % | ∕ % | ∕ % |
| Brændslets fysiske egenskaber | | | | | | |
| Øvre brændværdi | | CEN/TS 14918, indleveret prøve | 1,61 kWh/kg~ | 1384 kcal/kg~ | 5,80 MJ/kg | |
| Effektiv brændværdi, | | beregnet på indleveret prøve | 1,04 kWh/kg~ | 896 kcal/kg~ | 3,75 MJ/kg | |
| Effektiv brændværdi, | | beregnet på vandfri prøve | 4,71 kWh/kg~ | 4054 kcal/kg~ | 16,97 MJ/kg | |
| Effektiv brændværdi, | | bereg. på vand- og askefri prøve | 5,21 kWh/kg~ | 4482 kcal/kg~ | 18,76 MJ/kg | |
| Askens smelteforløb | | CEN/TS 15370-1 | Bestemt i: | | Reducerende atm. Prøveform: Cylinder | |
| | Blødgørings | temperatur | (IDT) | | 1130 °C | |
| | Halvkugle | temperatur | (HT) | | 1180 °C | |
| | Flyde | temperatur | (FT) | | 1210 °C | |
| Rumvægt, omtrentlig | Beregnet ud fra nettovægt og opmålt modtagevolumen | | | 430 | kg/m ³ indleveret prøve | |
| Bemærkninger: | | | | | | |
| ∕:Ikke analyseret parameter. | | | | | | |

Side 2 af 4



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1018

| Undersøgelse af fast brændsel | | | |
|--|---|-----------|----------------------------|
| Prøve af | Svinegyllefiber | | |
| Mærket | Svinegyllefiber fra Samson anlæg uden polymer | | |
| Prøvens størrelse | 5363,0 g | Emballage | Tæt plastik spand |
| Forbehandling af prøve: | | | I henhold til CEN/TS 14780 |
| Brændslets uorganiske hovedbestanddele (Major elements) | | | |
| | | Basis: | Tør prøve |
| Silicium | Si | (1) | 8.000 mg/kg |
| Aluminium | Al | (1) | 350 mg/kg |
| Jern | Fe | (1) | 1.700 mg/kg |
| Titan | Ti | (1) | 32 mg/kg |
| Calcium | Ca | (1) | 12.000 mg/kg |
| Magnesium | Mg | (1) | 4.000 mg/kg |
| Kalium | K | (1) | 9.900 mg/kg |
| Natrium | Na | (1) | 2.100 mg/kg |
| Phosphor | P | (1) | 6.700 mg/kg |
| Svovl | S | (1) | 6.800 mg/kg |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Metoder : | | | |
| (1) CEN/TS 15290 Part A (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | |
| | | | |
| Bemærkninger: | | | |
| ⚡:Ikke analyseret parameter. | | | |



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1018

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | |
|---|---|-----------|----------------------------|-----------|
| Prøve af | Svinegyllefiber | | | |
| Mærket | Svinegyllefiber fra Samson anlæg uden polymer | | | |
| Prøvens størrelse | 5363,0 g | Emballage | Tæt plastik spand | |
| Forbehandling af prøve: | | | I henhold til CEN/TS 14780 | |
| Indhold af sporelementer (Minor elements) | | | | |
| | | | Basis: | Tør prøve |
| Arsen | As | (1) | 0,17 | mg/kg |
| Cadmium | Cd | (1) | 0,13 | mg/kg |
| Kobolt | Co | (1) | 0,64 | mg/kg |
| Chrom | Cr | (1) | 6,8 | mg/kg |
| Kobber | Cu | (2) | 170 | mg/kg |
| Kviksølv | Hg | (1) | < 0,006 | mg/kg |
| Mangan | Mn | (2) | 230 | mg/kg |
| Molybdæn | Mo | (1) | 9,5 | mg/kg |
| Nikkel | Ni | (1) | 7,5 | mg/kg |
| Bly | Pb | (1) | 0,98 | mg/kg |
| Antimon | Sb | (1) | 0,054 | mg/kg |
| Vanadin | V | (1) | 3,1 | mg/kg |
| Zink | Zn | (2) | 980 | mg/kg |
| Metoder: | | | | |
| (1) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-MS analyse) | | | | |
| (2) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | | |
| Bemærkninger: | | | | |
| ⚡: Ikke analyseret parameter. | | | | |

Prøvningsrapport, 4. Svinegyllefiber fra Kemira anlæg med polymer



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1019

2009.12.17

PRØVNINGSRAPPORT

Undersøgelse af fast brændsel

Sag. nr. : 109-32483-20
Rekvissions nr. : -
Prøve modtaget d. : 2009.11.27
Prøvningstermin : 2009.11.27 – 2009.12.17

Resultaterne for prøvningen findes på side: 2 - 4

FORCE Technology


Susanne Westborg
Specialist

Kemisk Analyse


Rene Hansen
Tekniker

Kemisk Analyse

Side 1 af 4

Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag med FORCE Technology's skriftlige tilladelse.
Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de prøvede emner.

De "Almindelige betingelser" på bagsiden er en integreret del af vor ydelse.



FORCE Technology Norway AS
Claude Moneta allé 5
1318 Sandvika, Norge
Tel. +47 64 00 35 00
Fax +47 64 00 35 01
e-mail info@forcetechnology.no
www.forcetechnology.no

FORCE Technology Sweden AB
Tälmlärargatan 7
721 34 Västerås, Sverige
Tel. +46 (0)21 490 3000
Fax +46 (0)21 490 3001
e-mail info@forcetechnology.se
www.forcetechnology.se

FORCE Technology, Hovedkontor
Park Allé 345
2605 Brøndby, Danmark
Tel. +45 43 26 70 00
Fax +45 43 26 70 11
e-mail force@force.dk
www.force.dk

Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1019

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | | | |
|-------------------------------|--|--|----------------------------|-------------------|---------------------|-------------|
| Prøve af | | Svinegyllefiber | | | | |
| Mærket | | Svinegyllefiber fra Kemira anlæg med polymer | | | | |
| Prøvens størrelse | | 6624,3 g | Emballage | Tæt plastik spand | | |
| Forbehandling af prøve: | | | I henhold til CEN/TS 14780 | | | |
| Analyse af brændslet | | Basis: | Vand- og askefri prøve | Vandfri prøve | Indleveret prøve | |
| Vand, totalt | CEN/TS 14774-1 | - | - | - | 73,5 | % |
| Aske | CEN/TS 14775 | - | - | 22,3 | 5,9 | % |
| Flygtige bestanddele | CEN/TS 15148 | 83,1 | % | 64,6 | 17,1 | % |
| Svovl | S prCEN/TS 15289 | ∕∕ | % | 0,64 | 0,17 | % |
| Hydrogen | H CEN/TS 15104 (Vario EI) | 7,0 | % | 5,4 | 1,4 | % |
| Carbon | C CEN/TS 15104 (Vario EI) | 54,2 | % | 42,2 | 11,2 | % |
| Nitrogen | N CEN/TS 15104 (Vario EI) | 2,95 | % | 2,30 | 0,60 | % |
| Chlor | Cl prCEN/TS 15289 | ∕∕ | % | 0,33 | 0,087 | % |
| Chlorid | Cl ⁻ CEN/TS 15105 | ∕∕ | % | ∕∕ | ∕∕ | % |
| Brændslets fysiske egenskaber | | | | | | |
| Øvre brændværdi | CEN/TS 14918, indleveret prøve | 1,28 | kWh/kg~ | 1098 | kcal/kg~ | 4,60 MJ/kg |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på indleveret prøve | 0,69 | kWh/kg~ | 596 | kcal/kg~ | 2,49 MJ/kg |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på vandfri prøve | 4,49 | kWh/kg~ | 3864 | kcal/kg~ | 16,18 MJ/kg |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på vand- og askefri prøve | 5,78 | kWh/kg~ | 4972 | kcal/kg~ | 20,82 MJ/kg |
| Askens smelteforløb | CEN/TS 15370-1 | Bestemt i: | | Reducerende atm. | Prøveform: Cylinder | |
| | Blødgørings temperatur (IDT) | | | | 1210 | ° C |
| | Halvkugle temperatur (HT) | | | | 1280 | ° C |
| | Flyde temperatur (FT) | | | | 1380 | ° C |
| Rumvægt, omtrentlig | Beregnet ud fra nettovægt og opmålt modtagevolumen | 680 | kg/m ³ | indleveret prøve | | |
| Bemærkninger: | | | | | | |
| ∕∕:Ikke analyseret parameter. | | | | | | |

Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1019

| Undersøgelse af fast brændsel | | | |
|--|--|----------------------------|-------------------|
| Prøve af | Svinegyllefiber | | |
| Mærket | Svinegyllefiber fra Kemira anlæg med polymer | | |
| Prøvens størrelse | 6624,3 g | Emballage | Tæt plastik spand |
| Forbehandling af prøve: | | I henhold til CEN/TS 14780 | |
| Brændslets uorganiske hovedbestanddele (Major elements) | | | |
| | Basis: | | Tør prøve |
| Silicium | Si | (1) | 9.800 mg/kg |
| Aluminium | Al | (1) | 830 mg/kg |
| Jern | Fe | (1) | 2.900 mg/kg |
| Titan | Ti | (1) | 100 mg/kg |
| Calcium | Ca | (1) | 48.000 mg/kg |
| Magnesium | Mg | (1) | 8.900 mg/kg |
| Kalium | K | (1) | 7.400 mg/kg |
| Natrium | Na | (1) | 2.300 mg/kg |
| Phosphor | P | (1) | 29.000 mg/kg |
| Svovl | S | (1) | 6.400 mg/kg |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Metoder : | | | |
| (1) CEN/TS 15290 Part A (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | |
| | | | |
| Bemærkninger: | | | |
| | | | |
| ∕∕:Ikke analyseret parameter. | | | |



Rekvirent :

Projekt "Brændstovurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1019

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | |
|---|--|-----------|----------------------------|-----------|
| Prøve af | Svinegyllefiber | | | |
| Mærket | Svinegyllefiber fra Kemira anlæg med polymer | | | |
| Prøvens størrelse | 6624,3 g | Emballage | Tæt plastik spand | |
| Forbehandling af prøve: | | | I henhold til CEN/TS 14780 | |
| Indhold af sporelementer (Minor elements) | | | | |
| | | | Basis: | Tør prøve |
| Arsen | As | (1) | 0,56 | mg/kg |
| Cadmium | Cd | (1) | 0,43 | mg/kg |
| Kobolt | Co | (1) | 1,7 | mg/kg |
| Chrom | Cr | (1) | 11 | mg/kg |
| Kobber | Cu | (2) | 310 | mg/kg |
| Kviksølv | Hg | (1) | 0,017 | mg/kg |
| Mangan | Mn | (2) | 550 | mg/kg |
| Molybdæn | Mo | (1) | 3,9 | mg/kg |
| Nikkel | Ni | (1) | 10 | mg/kg |
| Bly | Pb | (1) | 1,2 | mg/kg |
| Antimon | Sb | (1) | 0,23 | mg/kg |
| Vanadin | V | (1) | 8,0 | mg/kg |
| Zink | Zn | (2) | 1500 | mg/kg |
| | | | | |
| | | | | |
| Metoder: | | | | |
| (1) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-MS analyse) | | | | |
| (2) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | | |
| Bemærkninger: | | | | |
| | | | | |
| ⚡: Ikke analyseret parameter. | | | | |

Side 4 af 4

Prøvningsrapport, 5. Blandet gyllefiber efter afgangning uden polymer



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1020

2009.12.17

PRØVNINGSRAPPORT

Undersøgelse af fast brændsel

Sag. nr. : 109-32483-20
Rekvissions nr. : -
Prøve modtaget d. : 2009.11.27
Prøvningstermin : 2009.11.27 – 2009.12.17

Resultaterne for prøvningen findes på side: 2 - 4

FORCE Technology


Susanne Westborg
Specialist

Kemisk Analyse


Rene Hansen
Tekniker

Kemisk Analyse

Side 1 af 4

Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag med FORCE Technology's skriftlige tilladelse.
Prøvningresultaterne gælder udelukkende for de prøvede emner.

De "Almindelige betingelser" på bagsiden er en integreret del af vor ydelse.



FORCE Technology Norway AS
Claude Monets allé 5
1338 Sandvika, Norge
Tel: +47 64 00 35 00
Fax: +47 64 00 35 01
e-mail: info@forcetechnology.no
www.forcetechnology.no

FORCE Technology Sweden AB
Tallmätargatan 7
721 34 Västerås, Sverige
Tel: +46 (0)21 490 3000
Fax: +46 (0)21 490 3001
e-mail: info@forcetechnology.se
www.forcetechnology.se

FORCE Technology, Hovedkontor
Park Allé 345
2605 Brønshøj, Danmark
Tel: +45 43 26 70 00
Fax: +45 43 26 70 11
e-mail: force@force.dk
www.force.dk

Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1020

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | | |
|--------------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|
| Prøve af | Blandet gyllefiber | | | | |
| Mærket | Blandet gyllefiber efter afgangning uden polymer | | | | |
| Prøvens størrelse | 3135,3 g | Emballage | Tæt plastik spand | | |
| Forbehandling af prøve: | | | | I henhold til CEN/TS 14780 | |
| Analyse af brændslet | | Basis: | Vand- og askefri prøve | Vandfri prøve | Indleveret prøve |
| Vand, totalt | CEN/TS 14774-1 | - | - | - | 73,9 % |
| Aske | CEN/TS 14775 | - | 22,7 % | 5,9 % | 5,9 % |
| Flygtige bestanddele | CEN/TS 15148 | 80,2 % | 62,0 % | 16,2 % | 16,2 % |
| Svovl | S prCEN/TS 15289 | ∕ % | 0,56 % | 0,15 % | 0,15 % |
| Hydrogen | H CEN/TS 15104 (Vario EI) | 6,3 % | 4,9 % | 1,3 % | 1,3 % |
| Carbon | C CEN/TS 15104 (Vario EI) | 51,9 % | 40,2 % | 10,5 % | 10,5 % |
| Nitrogen | N CEN/TS 15104 (Vario EI) | 2,15 % | 1,65 % | 0,45 % | 0,45 % |
| Chlor | Cl prCEN/TS 15289 | ∕ % | 0,38 % | 0,10 % | 0,10 % |
| Chlorid | Cl ⁻ CEN/TS 15105 | ∕ % | ∕ % | ∕ % | ∕ % |
| Brændslets fysiske egenskaber | | | | | |
| Øvre brændværdi | CEN/TS 14918, indleveret prøve | 1,13 kWh/kg~ | 974 kcal/kg~ | 4,08 MJ/kg | |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på indleveret prøve | 0,55 kWh/kg~ | 478 kcal/kg~ | 2,00 MJ/kg | |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på vandfri prøve | 4,05 kWh/kg~ | 3484 kcal/kg~ | 14,58 MJ/kg | |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på vand- og askefri prøve | 5,24 kWh/kg~ | 4504 kcal/kg~ | 18,86 MJ/kg | |
| Askens smelteforløb | CEN/TS 15370-1 | Bestemt i: Reducerende atm. | | Prøveform: Cylinder | |
| | Blødgørings temperatur (IDT) | | | 1180 | ° C |
| | Halvkugle temperatur (HT) | | | 1210 | ° C |
| | Flyde temperatur (FT) | | | 1230 | ° C |
| Rumvægt, omtrentlig | Beregnet ud fra nettovægt og opmålt modtagevolumen | | 470 | kg/m ³ indleveret prøve | |
| Bemærkninger: | | | | | |
| ∕: Ikke analyseret parameter. | | | | | |



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1020

| Undersøgelse af fast brændsel | | | |
|--|--|----------------------------|-------------------|
| Prøve af | Blandet gyllefiber | | |
| Mærket | Blandet gyllefiber efter afgangning uden polymer | | |
| Prøvens størrelse | 3135,3 g | Emballage | Tæt plastik spand |
| Forbehandling af prøve: | | I henhold til CEN/TS 14780 | |
| Brændslets uorganiske hovedbestanddele (Major elements) | | | |
| | | Basis: | Tør prøve |
| Silicium | Si | (1) | 18.000 mg/kg |
| Aluminium | Al | (1) | 1.100 mg/kg |
| Jern | Fe | (1) | 1.700 mg/kg |
| Titan | Ti | (1) | 87 mg/kg |
| Calcium | Ca | (1) | 44.000 mg/kg |
| Magnesium | Mg | (1) | 14.000 mg/kg |
| Kalium | K | (1) | 10.000 mg/kg |
| Natrium | Na | (1) | 2.400 mg/kg |
| Phosphor | P | (1) | 25.000 mg/kg |
| Svovl | S | (1) | 5.800 mg/kg |
| Metoder : | | | |
| (1) CEN/TS 15290 Part A (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | |
| Bemærkninger: | | | |
| ∕:Ikke analyseret parameter. | | | |

Side 3 af 4



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1020

| Undersøgelse af fast brændsel | | | |
|---|--|----------------------------|-------------------|
| Prøve af | Blandet gyllefiber | | |
| Mærket | Blandet gyllefiber efter afgangning uden polymer | | |
| Prøvens størrelse | 3135,3 g | Emballage | Tæt plastik spand |
| Forbehandling af prøve: | | I henhold til CEN/TS 14780 | |
| Indhold af sporelementer (Minor elements) | | | |
| | | Basis: | Tør prøve |
| Arsen | As | (1) | 0,51 mg/kg |
| Cadmium | Cd | (1) | 0,15 mg/kg |
| Kobolt | Co | (1) | 1,9 mg/kg |
| Chrom | Cr | (1) | 11 mg/kg |
| Kobber | Cu | (2) | 110 mg/kg |
| Kviksølv | Hg | (1) | 0,023 mg/kg |
| Mangan | Mn | (2) | 490 mg/kg |
| Molybdaen | Mo | (1) | 3,5 mg/kg |
| Nikkel | Ni | (1) | 10 mg/kg |
| Bly | Pb | (1) | 1,2 mg/kg |
| Antimon | Sb | (1) | 0,11 mg/kg |
| Vanadin | V | (1) | 3,8 mg/kg |
| Zink | Zn | (2) | 590 mg/kg |
| Metoder: | | | |
| (1) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-MS analyse) | | | |
| (2) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | |
| Bemærkninger: | | | |
| ⚡: Ikke analyseret parameter. | | | |

Side 4 af 4

Prøvningsrapport, 6. Rugeægs- hønegødning



Rekurent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1021

2009.12.17

PRØVNINGSRAPPORT

Undersøgelse af fast brændsel

Sag. nr. : 109-32483-20
Rekvissions nr. : -
Prøve modtaget d. : 2009.12.02
Prøvningstermin : 2009.12.02 – 2009.12.17

Resultaterne for prøvningen findes på side: 2 - 4

FORCE Technology


Susanne Westborg
Specialist

Kemisk Analyse


Rene Hansen
Tekniker

Kemisk Analyse

Side 1 af 4

Prøvningsrapporten må kun pengives i uddrag med FORCE Technology's skriftlige tilladelse.
Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de prøvede emner.

De "Almindelige betingelser" på bagsiden er en integreret del af vor ydelse.



FORCE Technology Norway AS
Claude Monets allé 5
1338 Sandvika, Norge
Tel. +47 64 00 35 00
Fax. +47 64 00 35 01
e-mail info@forcetechnology.no
www.forcetechnology.no

FORCE Technology Sweden AB
Tallmatargatan 7
721 34 Västerås, Sverige
Tel. +46 (0)21 490 3000
Fax. +46 (0)21 490 3001
e-mail info@forcetechnology.se
www.forcetechnology.se

FORCE Technology, Hovedkvarter
Park Allé 345
2605 Brøndby, Danmark
Tel. +45 43 26 70 00
Fax. +45 43 26 70 11
e-mail force@force.dk
www.force.dk

Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1021

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | | | |
|---|--|------------|----------------------------|------------------|------------------------------------|-------------|
| Prøve af | Rugeægshønegødning | | | | | |
| Mærket | Gødning fra rugeægshøner | | | | | |
| Prøvens størrelse | 5574,0 g | Emballage | Tæt plastik spand | | | |
| Forbehandling af prøve: | | | I henhold til CEN/TS 14780 | | | |
| Analyse af brændslet | | Basis: | Vand- og askefri prøve | Vandfri prøve | Indleveret prøve | |
| Vand, totalt | CEN/TS 14774-1 | - | - | - | 23,7 | % |
| Aske | CEN/TS 14775 | - | - | 38,4 | 29,3 | % |
| Flygtige bestanddele | CEN/TS 15148 | 94,9 | % | 58,5 | 44,6 | % |
| Svovl | S prCEN/TS 15289 ¹⁾ | ∕∕ | % | 0,33 | 0,25 | % |
| Hydrogen | H CEN/TS 15104 (Vario EI) | 6,1 | % | 3,7 | 2,9 | % |
| Carbon | C CEN/TS 15104 (Vario EI) | 53,3 | % | 32,8 | 25,0 | % |
| Nitrogen | N CEN/TS 15104 (Vario EI) | 4,40 | % | 2,70 | 2,05 | % |
| Chlor | Cl prCEN/TS 15289 | ∕∕ | % | 0,48 | 0,37 | % |
| Chlorid | Cl ⁻ CEN/TS 15105 | ∕∕ | % | ∕∕ | ∕∕ | % |
| Brændslets fysiske egenskaber | | | | | | |
| Øvre brændværdi | CEN/TS 14918, indleveret prøve | 2,26 | kWh/kg~ | 1940 | kcal/kg~ | 8,12 MJ/kg |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på indleveret prøve | 1,92 | kWh/kg~ | 1654 | kcal/kg~ | 6,92 MJ/kg |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på vandfri prøve | 2,73 | kWh/kg~ | 2348 | kcal/kg~ | 9,83 MJ/kg |
| Effektiv brændværdi, | bereg. på vand- og askefri prøve | 4,43 | kWh/kg~ | 3810 | kcal/kg~ | 15,96 MJ/kg |
| Askens smelteforløb | CEN/TS 15370-1 | Bestemt i: | | Reducerende atm. | Prøveform: Cylinder | |
| | Blødgørings temperatur (IDT) | | | | > 1480 | ° C |
| | Halvkugle temperatur (HT) | | | | > 1480 | ° C |
| | Flyde temperatur (FT) | | | | > 1480 | ° C |
| Rumvægt, omtrentlig | Beregnet ud fra nettovægt og opmålt modtagevolumen | | | 470 | kg/m ³ indleveret prøve | |
| Bemærkninger: | | | | | | |
| ¹⁾ Denne metode er ikke velegnet for prøver med meget højt indhold af aske, da der her vil kunne måles for lave indhold af svovl. Det korrekte indhold af svovl fremgår af side 3. | | | | | | |
| ∕∕: Ikke analyseret parameter. | | | | | | |

Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1021

| Undersøgelse af fast brændsel | | | |
|--|--------------------------|-----------|----------------------------|
| Prøve af | Rugeægshønegødning | | |
| Mærket | Gødning fra rugeægshøner | | |
| Prøvens størrelse | 5574,0 g | Emballage | Tæt plastik spand |
| Forbehandling af prøve: | | | I henhold til CEN/TS 14780 |
| Brændslets uorganiske hovedbestanddele (Major elements) | | | |
| | Basis: | | Tør prøve |
| Silicium | Si | (1) | 9.000 mg/kg |
| Aluminium | Al | (1) | 1.500 mg/kg |
| Jern | Fe | (1) | 1.000 mg/kg |
| Titan | Ti | (1) | 85 mg/kg |
| Calcium | Ca | (1) | 150.000 mg/kg |
| Magnesium | Mg | (1) | 7.700 mg/kg |
| Kalium | K | (1) | 24.000 mg/kg |
| Natrium | Na | (1) | 4.100 mg/kg |
| Phosphor | P | (1) | 15.000 mg/kg |
| Svovl | S | (1) | 5.300 mg/kg |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Metoder : | | | |
| (1) CEN/TS 15290 Part A (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | |
| Bemærkninger: | | | |
| ⚡:Ikke analyseret parameter. | | | |

Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1021

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | |
|---|--------------------------|-----------|-------------------|----------------------------|
| Prøve af | Rugeægshønegødning | | | |
| Mærket | Gødning fra rugeægshøner | | | |
| Prøvens størrelse | 5574,0 g | Emballage | Tæt plastik spand | |
| Forbehandling af prøve: | | | | I henhold til CEN/TS 14780 |
| Indhold af sporelementer (Minor elements) | | | | |
| | | | Basis: | Tør prøve |
| Arsen | As | (1) | 0,48 | mg/kg |
| Cadmium | Cd | (1) | 0,41 | mg/kg |
| Kobolt | Co | (1) | 2,6 | mg/kg |
| Chrom | Cr | (1) | 5,8 | mg/kg |
| Kobber | Cu | (2) | 58 | mg/kg |
| Kviksølv | Hg | (1) | 0,0066 | mg/kg |
| Mangan | Mn | (2) | 480 | mg/kg |
| Molybdæn | Mo | (1) | 7,5 | mg/kg |
| Nikkel | Ni | (1) | 7,2 | mg/kg |
| Bly | Pb | (1) | 1,1 | mg/kg |
| Antimon | Sb | (1) | 0,057 | mg/kg |
| Vanadin | V | (1) | 3,9 | mg/kg |
| Zink | Zn | (2) | 380 | mg/kg |
| Metoder: | | | | |
| (1) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-MS analyse) | | | | |
| (2) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | | |
| Bemærkninger: | | | | |
| ⚡: Ikke analyseret parameter. | | | | |

Prøvningsrapport, 7. Slagtekylling-gødning



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1022

2009.12.17

PRØVNINGSRAPPORT

Undersøgelse af fast brændsel

Sag. nr. : 109-32483-20
Rekvissions nr. : -
Prøve modtaget d. : 2009.12.01
Prøvningstermin : 2009.12.01 – 2009.12.17

Resultaterne for prøvningen findes på side: 2 - 4

FORCE Technology


Susanne Westborg
Specialist

Kemisk Analyse


Rene Hansen
Tekniker

Kemisk Analyse

Side 1 af 4

Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag med FORCE Technology's skriftlige tilladelse.
Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de prøvede emner.

De "Almindelige betingelser" på bagsiden er en integreret del af vor ydelse.



FORCE Technology Norway AS
Claude Monets allé 5
1338 Sandvika, Norge
Tel. +47 64 00 35 00
Fax +47 64 00 35 01
e-mail info@forcetechnology.no
www.forcetechnology.no

FORCE Technology Sweden AB
Tallinngatan 7
721 34 Västerås, Sverige
Tel. +46 (0)21 490 3000
Fax +46 (0)21 490 3001
e-mail info@forcetechnology.se
www.forcetechnology.se

FORCE Technology, Hovedkontor
Park Allé 345
2605 Brøndby, Danmark
Tel. +45 43 26 70 00
Fax +45 43 26 70 11
e-mail force@force.dk
www.force.dk

Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1022

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------|--|
| Prøve af | Slagtekyllinggødning | | | | | |
| Mærket | Slagtekyllinggødning | | | | | |
| Prøvens størrelse | 4479,8 g | Emballage | Tæt plastik spand | | | |
| Forbehandling af prøve: | | | I henhold til CEN/TS 14780 | | | |
| Analyse af brændslet | | Basis: | Vand- og askefri prøve | Vandfri prøve | Indleveret prøve | |
| Vand, totalt | CEN/TS 14774-1 | | - | - | 35,7 % | |
| Aske | CEN/TS 14775 | | - | 11,9 % | 7,6 % | |
| Flygtige bestanddele | CEN/TS 15148 | | 82,1 % | 72,4 % | 46,5 % | |
| Svovl | S | prCEN/TS 15289 | ∕∕ % | 0,50 % | 0,32 % | |
| Hydrogen | H | CEN/TS 15104 (Vario EI) | 6,5 % | 5,7 % | 3,7 % | |
| Carbon | C | CEN/TS 15104 (Vario EI) | 50,0 % | 44,0 % | 28,3 % | |
| Nitrogen | N | CEN/TS 15104 (Vario EI) | 5,00 % | 4,40 % | 2,85 % | |
| Chlor | Cl | prCEN/TS 15289 | ∕∕ % | 0,36 % | 0,23 % | |
| Chlorid | Cl ⁻ | CEN/TS 15105 | ∕∕ % | ∕∕ % | ∕∕ % | |
| Brændslets fysiske egenskaber | | | | | | |
| Øvre brændværdi | CEN/TS 14918, indleveret prøve | 3,24 kWh/kg~ | 2784 kcal/kg~ | 11,66 MJ/kg | | |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på indleveret prøve | 2,77 kWh/kg~ | 2384 kcal/kg~ | 9,99 MJ/kg | | |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på vandfri prøve | 4,69 kWh/kg~ | 4032 kcal/kg~ | 16,88 MJ/kg | | |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på vand- og askefri prøve | 5,32 kWh/kg~ | 4576 kcal/kg~ | 19,16 MJ/kg | | |
| Askens smelteforløb | CEN/TS 15370-1 | Bestemt i: | Reducerende atm. | Prøveform: Cylinder | | |
| | Blødgørings temperatur (IDT) | | | 1300 °C | | |
| | Halvkugle temperatur (HT) | | | 1360 °C | | |
| | Flyde temperatur (FT) | | | 1440 °C | | |
| Rumvægt, omtrentlig | Beregnet ud fra nettovægt og opmålt modtagevolumen | | 400 | kg/m ³ indleveret prøve | | |
| Bemærkninger: | | | | | | |
| ∕∕:Ikke analyseret parameter. | | | | | | |



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1022

| Undersøgelse af fast brændsel | | | |
|--|----------------------|----------------------------|-------------------|
| Prøve af | Slagtekyllinggødning | | |
| Mærket | Slagtekyllinggødning | | |
| Prøvens størrelse | 4479,8 g | Emballage | Tæt plastik spand |
| Forbehandling af prøve: | | I henhold til CEN/TS 14780 | |
| Brændslets uorganiske hovedbestanddele (Major elements) | | | |
| | | Basis: | Tør prøve |
| Silicium | Si | (1) | 3.000 mg/kg |
| Aluminium | Al | (1) | 500 mg/kg |
| Jern | Fe | (1) | 520 mg/kg |
| Titan | Ti | (1) | 61 mg/kg |
| Calcium | Ca | (1) | 12.000 mg/kg |
| Magnesium | Mg | (1) | 5.600 mg/kg |
| Kalium | K | (1) | 29.000 mg/kg |
| Natrium | Na | (1) | 2.600 mg/kg |
| Phosphor | P | (1) | 9.800 mg/kg |
| Svovl | S | (1) | 6.000 mg/kg |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Metoder : | | | |
| (1) CEN/TS 15290 Part A (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | |
| Bemærkninger: | | | |
| ∕∕:Ikke analyseret parameter. | | | |

Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1022

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | |
|---|----------------------|-----------|-------------------|----------------------------|
| Prøve af | Slagtekyllinggødning | | | |
| Mærket | Slagtekyllinggødning | | | |
| Prøvens størrelse | 4479,8 g | Emballage | Tæt plastik spand | |
| Forbehandling af prøve: | | | | I henhold til CEN/TS 14780 |
| Indhold af sporelementer (Minor elements) | | | | |
| | | | Basis: | Tør prøve |
| Arsen | As | (1) | 0,18 | mg/kg |
| Cadmium | Cd | (1) | 0,16 | mg/kg |
| Kobolt | Co | (1) | 1,9 | mg/kg |
| Chrom | Cr | (1) | 3,2 | mg/kg |
| Kobber | Cu | (2) | 87 | mg/kg |
| Kviksølv | Hg | (1) | < 0,006 | mg/kg |
| Mangan | Mn | (2) | 390 | mg/kg |
| Molybdæn | Mo | (1) | 3,2 | mg/kg |
| Nikkel | Ni | (1) | 3,6 | mg/kg |
| Bly | Pb | (1) | 0,40 | mg/kg |
| Antimon | Sb | (1) | 0,037 | mg/kg |
| Vanadin | V | (1) | 3,8 | mg/kg |
| Zink | Zn | (2) | 420 | mg/kg |
| Metoder: | | | | |
| (1) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-MS analyse) | | | | |
| (2) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | | |
| Bemærkninger: | | | | |
| ⚡: Ikke analyseret parameter. | | | | |

Prøvningsrapport, 8. Gyllepiller



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1023

2009.12.17

PRØVNINGSRAPPORT

Undersøgelse af fast brændsel

Sag. nr. : 109-32483-20
Rekvissions nr. : -
Prøve modtaget d. : 2009.11.26
Prøvningstermin : 2009.11.26 – 2009.12.17

Resultaterne på prøvningen findes på side: 2 - 4

FORCE Technology


Susanne Westborg
Specialist

Kemisk Analyse


Rene Hansen
Tekniker

Kemisk Analyse

Side 1 af 4

Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag med FORCE Technology's skriftlige tilladelse.
Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de prøvede emner.

De "Almindelige betingelser" på bagsiden er en integreret del af vor ydelse.



FORCE Technology Norway AS
Claude Monets allé 5
1338 Sandvika, Norge
Tel. +47 64 00 35 00
Fax +47 64 00 35 01
e-mail info@forcetechnology.no
www.forcetechnology.no

FORCE Technology Sweden AB
Tullmartergatan 7
721 34 Västerås, Sverige
Tel. +46 (0)21 490 3000
Fax +46 (0)21 490 3001
e-mail info@forcetechnology.se
www.forcetechnology.se

FORCE Technology, Hovedkontor
Park Allé 145
2605 Brøndby, Danmark
Tel. +45 43 26 70 00
Fax +45 43 26 70 11
e-mail force@force.dk
www.force.dk



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1023

| Undersøgelse af fast brændsel | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|--|--|
| Prøve af | Gyllepiller | | | | | | |
| Mærket | Gyllepiller | | | | | | |
| Prøvens størrelse | 7152,0 g | Emballage | Tæt plastik spånd | | | | |
| Forbehandling af prøve: | | | | I henhold til CEN/TS 14780 | | | |
| Analyse af brændslet | | Basis: | Vand- og askefri prøve | Vandfri prøve | Indleveret prøve | | |
| Vand, totalt | CEN/TS 14774-1 | | - | - | 11,3 % | | |
| Aske | CEN/TS 14775 | | - | 11,7 % | 10,4 % | | |
| Flygtige bestanddele | CEN/TS 15148 | | 82,4 % | 72,7 % | 64,5 % | | |
| Svovl | S | prCEN/TS 15289 | ∕ % | 0,28 % | 0,25 % | | |
| Hydrogen | H | CEN/TS 15104 (Vario EI) | 6,6 % | 5,8 % | 5,2 % | | |
| Carbon | C | CEN/TS 15104 (Vario EI) | 51,6 % | 45,6 % | 40,4 % | | |
| Nitrogen | N | CEN/TS 15104 (Vario EI) | 1,05 % | 0,95 % | 0,85 % | | |
| Chlor | Cl | prCEN/TS 15289 | ∕ % | 0,18 % | 0,16 % | | |
| Chlorid | Cl ⁻ | CEN/TS 15105 | ∕ % | ∕ % | ∕ % | | |
| Brændslets fysiske egenskaber | | | | | | | |
| Øvre brændværdi | CEN/TS 14918, indleveret prøve | 4,52 kWh/kg~ | 3886 kcal/kg~ | 16,27 MJ/kg | | | |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på indleveret prøve | 4,13 kWh/kg~ | 3552 kcal/kg~ | 14,87 MJ/kg | | | |
| Effektiv brændværdi, | beregnet på vandfri prøve | 4,74 kWh/kg~ | 4080 kcal/kg~ | 17,08 MJ/kg | | | |
| Effektiv brændværdi, | bereg. på vand- og askefri prøve | 5,38 kWh/kg~ | 4622 kcal/kg~ | 19,36 MJ/kg | | | |
| Askens smelteforløb | CEN/TS 15370-1 | Bestemt i: Reducerende atm. | | Prøveform: Cylinder | | | |
| | Blødgørings temperatur (IDT) | | | 1210 °C | | | |
| | Halvkugle temperatur (HT) | | | 1320 °C | | | |
| | Flyde temperatur (FT) | | | 1410 °C | | | |
| Rumvægt, omtrentlig | Beregnet ud fra nettovægt og opmålt modtagevolumen | | 700 | kg/m ³ Indleveret prøve | | | |
| Bemærkninger: | | | | | | | |
| ∕:Ikke analyseret parameter. | | | | | | | |



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1023

| Undersøgelse af fast brændsel | | | |
|--|-------------|-----------|----------------------------|
| Prøve af | Gyllepiller | | |
| Mærket | Gyllepiller | | |
| Prøvens størrelse | 7152,0 g | Emballage | Tæt plastik spand |
| Forbehandling af prøve: | | | I henhold til CEN/TS 14780 |
| Brændslets uorganiske hovedbestanddele (Major elements) | | | |
| | Basis: | | Tør prøve |
| Silicium | Si | (1) | 8.000 mg/kg |
| Aluminium | Al | (1) | 350 mg/kg |
| Jern | Fe | (1) | 1.900 mg/kg |
| Titan | Ti | (1) | 35 mg/kg |
| Calcium | Ca | (1) | 34.000 mg/kg |
| Magnesium | Mg | (1) | 2.500 mg/kg |
| Kalium | K | (1) | 4.900 mg/kg |
| Natrium | Na | (1) | 1.000 mg/kg |
| Phosphor | P | (1) | 12.000 mg/kg |
| Svovl | S | (1) | 3.800 mg/kg |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Metoder : | | | |
| (1) CEN/TS 15290 Part A (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | |
| Bemærkninger: | | | |
| ⚡:Ikke analyseret parameter. | | | |



Rekvirent :

Projekt "Brændstofvurderinger på husdyrgødninger"

Journal nr.: U09-1023

| Undersøgelse af fast brændsel | | | |
|---|-------------|-----------|----------------------------|
| Prøve af | Gyllepiller | | |
| Mærket | Gyllepiller | | |
| Prøvens størrelse | 7152,0 g | Emballage | Tæt plastik spand |
| Forbehandling af prøve: | | | I henhold til CEN/TS 14780 |
| Indhold af sporelementer (Minor elements) | | | |
| | | Basis: | Tør prøve |
| Arsen | As | (1) | 0,25 mg/kg |
| Cadmium | Cd | (1) | 0,069 mg/kg |
| Kobolt | Co | (1) | 0,58 mg/kg |
| Chrom | Cr | (1) | 8,2 mg/kg |
| Kobber | Cu | (2) | 42 mg/kg |
| Kviksølv | Hg | (1) | 0,0064 mg/kg |
| Mangan | Mn | (2) | 220 mg/kg |
| Molybdæn | Mo | (1) | 1,2 mg/kg |
| Nikkel | Ni | (1) | 5,4 mg/kg |
| Bly | Pb | (1) | 0,97 mg/kg |
| Antimon | Sb | (1) | 0,11 mg/kg |
| Vanadin | V | (1) | 2,5 mg/kg |
| Zink | Zn | (2) | 380 mg/kg |
| Metoder: | | | |
| (1) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-MS analyse) | | | |
| (2) CEN/TS 15297 (total oplukning med H ₂ O ₂ /HNO ₃ /HF og ICP-OES analyse) | | | |
| Bemærkninger: | | | |
| /: Ikke analyseret parameter. | | | |

Side 4 af 4