



Optimering af
biogasprocessen 1

Ustabil proces kostede
en million kroner 3

Fra gas til flydende
brændsler 4

Sådan fordobles gas-
produktionen ved til-
førsel af fast biomasse 6

Stirling-motoren er
produktionsklar 8

Optimering af biogasprocessen

En bedre kontrol med den biologiske proces vil kunne forbedre økonomien i mange biogasanlæg. Allerede i dag findes der en række kontrolparametre, som kan forbedre driften, og forskerne er langt fremme med at udvikle online systemer, der vil gøre det langt nemmere at undgå forstyrrelser af driften.

*Af Henrik Bangsø Nielsen,
Kanokwan Boe og Rena Angelidaki*

De fleste biogasanlæg har i perioder oplevet markante fald i gasproduktionen på grund af forstyrrelser af den biologiske proces. Ofte vil en mere effektiv kontrol af processen kunne forebygge sådanne hændelser og dermed forbedre anlæggenes økonomi.

Iltfri udrådning af organisk materiale er en kompliceret proces, hvor nedbrydningsprodukter fra én mikroorganisme tjener som føde for de efterfølgende organismer. De forskellige mikroorganismer har forskellige

vækstrater, ligesom der er forskel på, hvor robuste de er over for ændringer i processen. Som følge heraf kan en ukontrolleret drift af biogasanlægget forårsage en ubalance mellem de forskellige organismer, hvilket kan føre til et sammenbrud af processen.

Det komplekse sammenspil mellem de forskellige bakteriegrupper giver mulighed for at måle på de mange mellem- og slutprodukter. Derved kan man få et detaljeret indblik i aktiviteten i de enkelte delprocesser, og man kan benytte de forskellige forbindelser som kontrolparametre til at opnå en bedre udrådningproces.

Set fra en driftsleders synspunkt skal en kontrolparameter:

give et tydeligt og tidligt varsel på et potentielt sammenbrud, men må omvendt ikke give et unødigt varsel, advare om en ustabil proces og ikke kun et totalt sammenbrud, afspejle hvornår processen har genetableret sig efter et sammenbrud, være nem at måle – helst online.

Tages de ovennævnte retningslinier i betragtning, er der først og fremmest ►

Forsøgsopstilling på Institut for Miljø & Ressourcer på Danmarks Tekniske Universitet. Det er Henrik Bangsø Nielsen til venstre og Rena Angelidaki til højre.

- fire parametre, der er interessante: metanproduktionen, koncentrationen af brint, pH og koncentrationen af flygtige fede syrer (VFA).

Metanproduktionen

Da udrådningsprocessens slutprodukter hovedsageligt består af biogas, er en registrering af gasproduktionen i dag den mest benyttede kontrolparameter. Som regel skelnes der mellem den totale gasproduktion og den relative produktion, der angiver mængden af metan i forhold til mængden af biomasse.

Den totale gasproduktion kan bruges til at få et indtryk af metanbakteriernes aktivitet, men giver ikke et entydigt billede af processens tilstand. En nedgang i gasproduktionen kan udmærket hænge sammen med, at metanbakterierne er hæmmet, men den kan også skyldes manglende tilførsel af biomasse. Er der tale om overbelastning af reaktorerne, vil det ofte resultere i en stigning i gasproduktionen efterfulgt af et brat fald, og så kan det være for sent at gribe ind. Anvendelse af den samlede gasproduktion som eneste kontrolparameter kan derfor ikke anbefales.



foto: institut for miljø & ressourcer

Den relative gasproduktion afspejler, hvor effektivt det tilførte materiale nedbrydes. De opnåede værdier kan sammenholdes med et teoretisk metanudbytte, der kan beregnes. Det er desværre en lidt tidskrævende proces, blandt andet fordi det teoretiske metanudbytte fra for eksempel gylle kan variere en del. Den relative gasproduktion er således ikke praktisk anvendelig til at registrere pludselige ændringer i processen, men kan være ganske brugbar ved efterfølgende evaluering af totale sammenbrud.

Koncentrationen af brint

Laboratorieforsøg har vist, at et lavt brintræk i en reaktor er nødvendigt, for at processen kan forløbe effektivt.

Det opnås ved, at en række bakterier omdanner brint og kuldioxid til metan og vand. En stigning i brintrækket kan derfor indikere en ubalance mellem de forskellige mikroorganismer, eksempelvis når der er tilført betydelige mængder let omsætteligt materiale.

Da brint kan måles relativt nemt i både gas- og væskefasen, har brugen af brint som kontrolparameter fået en del opmærksomhed de senere år. Desværre har resultaterne været meget varierende, og det største problem er, at koncentrationen af brint ofte er meget følsom over for ændringer i sammensætningen og mængden af tilført biomasse. På den baggrund vil det kunne forventes, at brintkoncentrationen kan give anledning til mange falske alarmer. Anvendelsen af brint som kontrolparameter er derfor ikke realistisk på danske biogasanlæg og slet ikke som eneste parameter.

VFA og pH

Mængden af flygtige fede syrer (VFA) udgør hovedparten af biogasprocessens mellemprodukter, og i forskerkredse er der ikke tvivl om, at VFA-niveaue er særdeles vigtig for oprettholdelse af en stabil udrådningsproces.

Imidlertid har der været stor uoverensstemmelse om, hvordan en

Kontrolparameter	Online	Anvendelsesmuligheder
Samlet gasproduktion	Ja	Delvis anvendelig, men ikke som eneste kontrolparameter.
Relativ gasproduktion	Nej	Kun brugbar ved langsomme procesændringer.
Brint	Ja	For følsom til brug på danske anlæg.
pH	Ja	Kun som indikator på at en større ubalance er indtruffet.
Total VFA-måling	(Ja)	Delvis anvendelig, men ikke som eneste kontrolparameter.
Enkelte VFA-målinger	(Ja)	Særdeles anvendelige.

Tabel 1. Oversigt over de forskellige kontrolparametre.

registrering af VFA bør anvendes. Mange undersøgelser har sammenholdt koncentrationen af syreniveauet med indtrufne forstyrrelser af processen. Eksempelvis har det været nævnt, at en koncentration på 0,8 gram acetat/liter biomasse indikerede en forstyrrelse af processen, ligesom et propionat/acetat forhold højere end 1,4 var et tegn på ubalance.

En generalisering på baggrund af sådanne resultater er dog ikke mulig, da de enkelte reaktorer har deres eget syreniveau afhængigt af driftsforholdene. I stedet bør den enkelte reaktors VFA-niveau anvendes som indikator.

Flere biogasanlæg måler af og til det totale syreniveau i reaktorerne. Det kan gøres forholdsvis enkelt ved titrering og kan give et fingerpeg om ændringer i processen, men man bør være varsom med at bruge det som eneste kontrolparameter.

Det kan diskuteres, om pH kan benyttes som kontrolparameter, da en stigning i koncentrationen af syre må forventes at påvirke pH. På danske biogasanlæg består hovedparten af biomassen imidlertid af gylle, der har en høj bufferkapacitet. Det betyder, at en eventuel stigning i syreniveauet ikke nødvendigvis medfører et markant fald i pH. Ofte vil et fald i pH først registreres, når VFA-niveauet er steget markant, og processen er blevet ustabil. pH er altså for langsom til at kunne bruges som eneste indikator, men kan være velegnet i sammenhæng med andre kontrolparametre.

VFA online

Hvor ofte er det så nødvendigt at måle VFA-koncentrationen? Under en normal stabil proces, hvor der ikke foretages de store ændringer i driften, vil det som oftest være tilstrækkeligt at måle niveauet cirka fem gange om ugen. Under perioder, hvor der foretages ændringer i driften, eksempelvis ved tilsætning af nye affaldstyper, bør man imidlertid foretage målinger så ofte som muligt.

Desværre har måling af VFA i mange år været betragtet som besværlig. I praksis har det været svært at

Ustabil proces kostede en million kroner



foto: torben skøtt/biopress

I efteråret 2004 fik biogasanlægget i Blabjerg store problemer med den biologiske proces på grund af en utilsigtet overdosering med industriaffald. Uheldet medførte nedsat gasproduktion, og i perioder var gaskvaliteten så dårlig, at den ikke kunne bruges i motorerne, men måtte brændes af i faklen til ingen verdens nytte.

Processen blev langsomt genoprettet blandt ved at fortynde biomassen med vand. Under hele forløbet havde

driftslederen stor gavn af en såkaldt automatisk titrator, som blev udlånt af biogasanlægget i Blåhøj. Derved blev det muligt at følge koncentrationen af VFA-syrer i reaktorerne med jævne mellemrum.

Der kom til at gå cirka tre måneder inden den biologiske proces atter var stabil og gasproduktionen var tilbage på det normale niveau. Det samlede driftstab blev efterfølgende opgjort til knap en million kroner. *TS*

foretage automatisk prøveudtagning, og selve prøvebehandlingen har været tidskrævende.

De senere år er der dog sket en udvikling på det område. Svenske forskere har eksempelvis testet mulighederne for brug af infrarød spektroskopi, og på Danmark Tekniske Universitet er der blevet udviklet et apparat til online måling af VFA. Apparatet har vist sig at være særdeles stabilt i laboratorieskala, og det skal nu testes på et fuldskalaanlæg.

Med online måling af VFA-niveauet vil det være langt nemmere at imødegå eventuelle procesforstyrrelser, og det vil være mere risikofrit at tilsætte nye komplekse affaldstyper. Samtidigt vil brugen af VFA-målingerne give en række informationer, der kan bruges til at udvikle forskellige "opskrifter" til regulering af driften. Dermed vil reaktorerne kunne presses hårdere end i dag, uden risiko for at processen bryder sammen.

Desværre går der formentlig nogle år, før disse systemer er alment tilgængelige, fornuftige i pris og tilstrækkeligt pålidelige. Indtil da kan der opnås en del ved at efterleve følgende procedurer:

- Sørg generelt for konstant proces-temperatur, omrøring, belastning og råvaresammensætning.
- Foretag alle nødvendige ændringer ud fra et forsigtighedsprincip og gradvist, specielt hvad angår ændringer i sammensætning af biomassen og belastning.
- Introducer altid nye råvarer med stor forsigtighed, specielt hvis de er "potente" og med stort indhold af fedt, proteiner eller tilsvarende stoffer. Om muligt bør nye råvaretyper testes forud for tilsætning ved en simpel test i et laboratorieanlæg. Man kan komme langt med en almen tankegang om fordøjelse: Er det her noget en komave ville bry-

Fra gas til flydende brændsler

Mens politikerne fortsat strides om, hvorvidt ethanol og biodiesel skal anvendes i transportsektoren, er forskerne i fuld gang med at udvikle nye former for biobrændstoffer, der kan anvendes som alternativ til diesel og benzin.

Af Torben Skøtt

Et par af de nye navne, vi lige så godt kan vænne os til, er metanol og dimethylether – i daglig tale kaldet DME. Metanol er også kendt som træspirt – en organisk forbindelse, der hører til gruppen af alkoholer, men som til forskel fra ethanol er yderst giftig. I dag anvendes metanol blandt andet til fremstilling af biodiesel, og i Californien har en blanding af 85 procent metanol og 15 procent benzin været brugt i transportsektoren.

DME bliver af mange betegnet som fremtidens motorbrændstof, ligesom det med fordel kan indgå som et mellemprodukt i et energisystem, der er baseret på brint. Det har en højere virkningsgrad end benzin, og til forskel fra diesel dannes der stort set ikke partikler ved forbrænding.



foto: torben skott/biopress

Ulrik Henriksen foran Viking-forgasseren, der kan producere en megen ren gas på basis af skovflis. Anlægget, der er baseret på en to-trins proces, har over 2.500 driftstimer bag sig i ubemandet drift.

Såvel metanol som DME kan fremstilles af en lang række kulbaserede stoffer som biomasse, kul og naturgas. Første trin i processen er omdannelse af biomassen til gas, hvorefter gassen omdannes til et flydende brændsel.

Herhjemme er det især Danmarks Tekniske Universitet og Haldor Topsøe, der har arbejdet med fremstilling af metanol og DME. På universitetets institut for mekanik, energi og konstruktion har man en betydelig ekspertise inden for det første trin i processen – termisk forgasning af bio-

masse – mens det næste trin i processen er Haldor Topsøes speciale.

Høj virkningsgrad

Fremstilling af flydende brændsler på basis af gas er ikke nogen ny opfindelse, men hidtil har der primært været fokus på at bruge naturgas som råvare. Ikke mindre end tre procent af verdens produktion af naturgas bliver nemlig brændt af til ingen verdens nytte, fordi produktionen foregår i afsides liggende områder, hvor det er for dyrt at etablere de nødvendige rørledninger.

På det område er Haldor Topsøe internationalt kendt for at fremstille katalysatorer, der gør det muligt at omdanne naturgas til en blanding af DME og metanol. Virksomheden har senest leveret en del af teknikken til et stort anlæg i Qatar, hvor der skal produceres flydende brændsler svarende til hele Danmarks forbrug af diesel.

Samarbejdet med Danmarks Tekniske Universitet har som mål at få udviklet en teknologi, hvor biomassen først gennemgår en termisk forgasning for derefter at blive omdannet til DME og metanol.

– Grundlæggende set er der tale om kendt teknologi, men vi skal have

- ▶ de sig om? Er det så “krydret” eller fremmedartet, at det kræver tilvænnelse, før det smager godt?
- Vurder løbende gasproduktionen i forhold til forventning ud fra de seneste dages tilførsler, og hold lidt igen, hvis der opstår uforklarlige fald eller kraftige stigninger.
- Foretag løbende VFA målinger. VFA-niveauet bør bestemmes jævnlige, også selv om der kan være lange perioder uden “interessante” resultater.

VFA bestemmelse én gang ugentligt er som regel utilstrækkeligt til at fan-

ge akutte procesuheld. Principperne om stabil drift og forsigtig tilførsel af nye affaldstyper er nødvendige for at undgå for pludselige og u håndterlige ændringer. Man skal være forsigtig og undlade at køre aggressivt, så længe forruden er dugget, og der er slør i styretøjet. Heldigvis dur bremsen stadig, men det forudsætter, at man når at erkende forhindringerne.

Rena Angelidaki, Henrik Bangsø Nielsen og Kanokwan Boe er alle ansat på Institut for Miljø & Ressourcer på Danmarks Tekniske Universitet, e-mail: ria@er.dtu.dk ■

undersøgt, hvordan tingene kan blive koblet sammen på en fornuftig måde, fortæller lektor Ulrik Henriksen fra Danmarks Tekniske Universitet.

– Det spændende er, at vi med en forholdsvis enkel proces kan få omsat biomasse til flydende brændsler med en meget høj virkningsgrad. Vi forventer, at helt op til 80 procent af biomassen kan omsættes, hvilket kan gøre produktionen yderst konkurrencedygtig i forhold til andre former for biobrændstoffer.

– En anden mulighed består i at lave et mere simpelt anlæg, der kun omsætter for eksempel 40 procent af gassen til flydende brændsler. Den resterende del af gassen kan derefter udnyttes i et kraftvarmeværk, så man samlet set får en høj virkningsgrad, forklarer Ulrik Henriksen.

Der er således mange muligheder, og frem for alt vil det kunne lade sig gøre at lave små decentrale anlæg. Dermed kan metanol og DME blive et vigtigt supplement til ethanol og biodiesel. Ikke kun på grund af anlægsstørrelsen, men også fordi metanol og DME især er velegnet til træ, mens ethanol og biodiesel er baseret på landbrugsafgrøder.

Forgasning af biomasse

Siden begyndelsen af 90'erne har Danmarks Tekniske Universitet haft en central rolle i udvikling af forgasningsanlæg, der kan omdanne træ, halm og andre former for biomasse til gas. Man har blandt andet udviklet den såkaldte Viking-forgasser, der kan producere en meget ren gas på basis af skovflis. Anlægget, der er baseret på en to-trins proces, har over 2.500 driftstimer bag sig i ubemandet drift.

– Viking-forgasseren kan producere gas i en høj kvalitet, som vil være velegnet til fremstilling af metanol og DME. Er der for mange urenheder i form af svovl, tjære og klor, går det ud over katalysatorens levetid, og dermed kan økonomien blive tvivlsom, forklarer Ulrik Henriksen.

På Danmarks Tekniske Universitet har en af de studerende for nylig afsluttet et eksamensprojekt, der blandt

andet har omfattet opbygningen af et forsøgsanlæg til fremstilling af metanol og DME fra forgasningsgas. Bag projektet står Henrik Laudal Iversen, der i dag er ansat på Institut for Mechanik, energi og konstruktion, og som fremover skal forske i forgasning og biobrændstoffer.

– Hvis man i en forholdsvis simpel proces kun producerer metanol, er virkningsgraden begrænset til omkring 25 procent, men ved at integrere produktionen af metanol og DME i samme proces kan virkningsgraden komme op på 45 procent. For mere avancerede processer kan virkningsgraderne komme helt op på 75-80 procent, fortæller Henrik Laudal Iversen.

Det hænger sammen med, at metanol indgår som et mellemprodukt ved produktionen af DME. Slutproduktet består derfor i overvejende grad af DME, mens andelen af metanol er begrænset.

Fremtidens brændstof

Metanol og DME bliver af mange betragtet som en værdig afløser for benzin og diesel, men der er dog ét problem: DME har dårlige smøreegenskaberne, så enten skal man bygge motorerne om, eller også skal man finde et additiv, der kan forbedre smøreevnen.

I 1990'erne blev en blanding af 85 procent metanol og 15 procent benzin lanceret i Californien. Samtidigt kom der biler på markedet, der kunne udnytte det nye brændstof, men det blev aldrig den store succes. Det var dog ikke på grund af tekniske problemer, men det var svært at få udbygget distributionsnettet, så længe antallet af køretøjer var begrænset. Og omvendt var det svært at få folk til at købe de nye biler, så længe antallet af tankstationer var begrænset.

Den velkendte problemstilling om hvem der kom først, hønen eller ægget, gælder for en del biobrændstoffer, men ikke alle. De fleste dieselmotorer kan således køre på 100 procent biodiesel, ligesom benzinbiler kan køre på forskellige blandinger af benzin og ethanol. Består den overvejende del af brændstoffet af ethanol eller



foto: torben skott/biopress

Ulrik Henriksen i færd med at kontrollere forsøgsanlægget til fremstilling af metanol og DME fra forgasningsgas.

metanol, kræver det særlige køretøjer – de såkaldte flexifuel-biler, der kan køre på alle blandinger af metanol, ethanol og benzin.

I Sverige har man for nylig vedtaget en lov, der pålægger tankstationerne at sælge enten ethanol eller biogas som supplement til benzin og diesel. Tiden må så vise, om bilisterne foretrækker ethanol eller de helle-re vil køre på gas.

Andre steder overvejer man en helt tredje mulighed: Den såkaldte Fischer-Tropsch diesel, der ligesom metanol og DME kan fremstilles på basis af gas. Den store fordel er, at der er tale om et brændstof, som kan anvendes i eksisterende dieselmotorer. Dertil kommer, at der er langt færre urenheder end i almindelig diesel, hvilket giver en markant reduktion i udslippet af partikler.

Flere olieselskaber investerer i teknologien på grund af de mange miljøfordele, men skal produktet være i stand til at konkurrere med de andre former for biobrændstoffer, kræver det investeringer i meget store produktionsanlæg. ■

Sådan fordobles gasproduktionen ved tilførsel af fast biomasse

Ved at erstatte en del af gyllen i et biogasanlæg med fast biomasse fra separeringsanlæg er det muligt at fordoble anlæggets gasproduktion. Forsøg ved Danmarks JordbrugsForskning viser, at det er muligt at erstatte helt op til 60 procent af gyllen med fast stof, uden at det giver procesmæssige problemer.

Af Henrik B. Møller & Gitte Andersen

Det er velkendt, at der er et betydeligt gaspotentiale i den faste del fra separering af gylle. Laboratorieforsøg har således vist, at gasudbyttet fra anlæg, der benytter sig af kemisk fældning, er 5-10 gange større i den faste del end i gylle med et tørstofindhold på 3-6 procent.

Hvorvidt det kan betale sig at erstatte gylle helt eller delvist med fast biomasse, vil afhænge af de lokale forhold. Derudover skal man være opmærksom på, at der muligvis kan opstå procesmæssige problemer som følge af et højt indhold af kvælstof i den faste biomasse.

På Forskningscenter Bygholm, der hører under Danmarks Jordbrugs-

Forskning, er der udført forsøg med at erstatte svinegylle i en reaktor med den faste del fra et separationsanlæg, baseret på kemisk fældning. Tørstofindholdet i gyllen varierede mellem 4,1 og 7,2 procent, men den faste biomasse havde et tørstofindhold på 21-25,3 procent. I de første 190 dage blev 20 procent af gyllen erstattet med fast biomasse. I de efterfølgende 90 dage blev det øget til 33-40 procent, og i de sidste 100 dage blev der tilført 60 procent fast stof. Sideløbende hermed fik en anden reaktor tilført ren svinegylle som reference.

I reaktoren med svinegylle blev temperaturen, bortset fra nogle få udfald, holdt stabilt på 50 °C, mens temperaturen i reaktoren med tilførsel af fast biomasse gradvist blev hævet fra 48 til 52 °C. I begge reaktorer havde biomassen en gennemsnitlig opholdstid på 15 dage.

Det var forventet, at det ville blive vanskeligt at håndtere biomassen, når op til 40 procent af gyllen blev erstattet med fast stof. Det viste sig imidlertid, at omrøringen fungerede uden problemer selv ved et tørstofindhold i den samlede mængde biomasse på op til 15 procent. Det faste materiale resulterede i en tyk grød, der ikke skilte i hverken bundfald el-

ler flydelag, og der var ikke større omrøringsbehov end i tynd svinegylle.

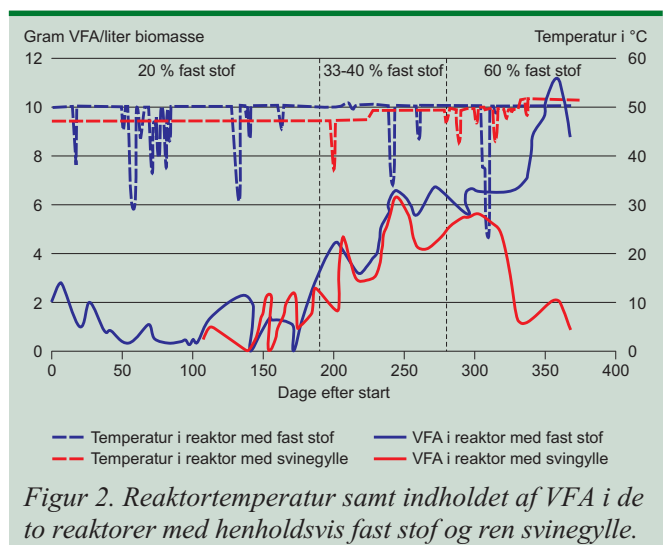
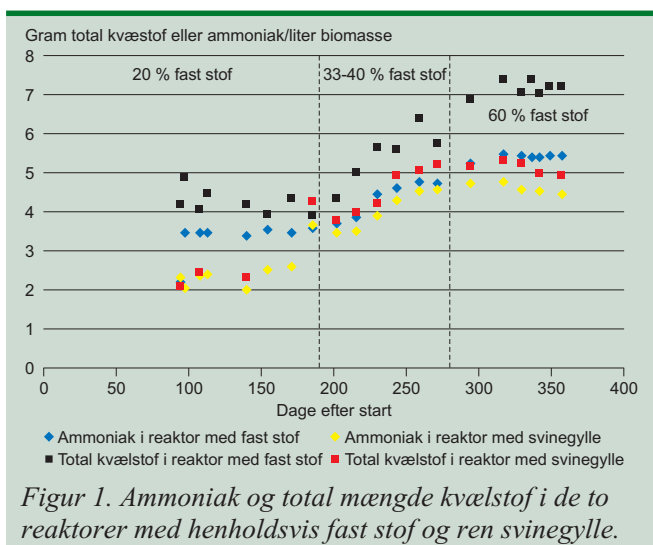
Stabil proces

I løbet af forsøget blev der løbende målt en række forskellige parametre, herunder indholdet af ammoniak samt mængde og sammensætning af flygtige fede syrer.

Som det fremgår af figur 1, steg indholdet af ammoniak i begge reaktorer i løbet af forsøget. Det skyldes primært, at indholdet af kvælstof i den tilførte svinegylle var højere i den sidste del af perioden end i den første del af forsøget, og at der i faststoffreaktoren blev tilført en forøget mængde fast materiale.

Niveaulet i reaktoren med fast stof er imidlertid væsentligt højere end i reaktoren med svinegylle. Ved anvendelse af mindre end 40 procent fast stof holder indholdet sig under 4 gram ammoniak/liter biomasse, mens indholdet stabiliserer sig omkring 5,4 gram ved den høje dosering på 60 procent fast stof.

Ved et indhold af ammoniak på over 5,4 gram/liter biomasse må der forventes en betydelig hæmning af den biologiske proces ved termofil drift. Alligevel lykkedes det gennem



hele forsøgsperioden at opretholde en stabil gasproduktion.

Indholdet af flygtige fede syrer (VFA) steg gradvist i takt med mængden af ammoniak (figur 2). I perioden med 20 procent fast stof er indholdet af VFA lavt i begge reaktorer, mens den stiger i perioden med 30-40 procent fast stof. Der er dog ikke den store forskel på de to reaktorer, hvilket hænger sammen med, at kvælstofindholdet i gyllen i samme periode stiger markant.

Ved overgang til 60 procent fast stof sker der en yderligere stigning i VFA-indholdet, men det ligger dog rimeligt stabilt på 6.500 mg/liter, så længe temperaturen holdes på 50 °C. Ved en temperaturstigning til 52 °C sker der en drastisk stigning i VFA-niveauet til cirka 11.000 mg/liter, uden at det dog får væsentlig indflydelse på gasproduktionen.

Gasproduktion

Gasproduktionen per kg organisk tørstof (VS) i de forskellige perioder fremgår af figur 3. Der opnås generelt et lidt bedre gasudbytte i reaktoren med ren gylle i forhold til reaktoren med fast stof, hvilket er forventeligt, da gylle har et højere indhold af let omsætteligt organisk tørstof. Gennem hele perioden er der dog et pænt udbytte fra begge reaktorer.

I perioden med 60 procent fast stof blev der inkluderet 15 dages efterudrådning ved 30 °C. Derved steg det samlede gasudbytte til omkring 300



foto: kemira miljø als

Gylleseparering ved hjælp af kemisk fældning på et anlæg fra Kemira Gylleseparation.

liter metan/kg VS, hvilket svarer til niveauet for ren svinegyde.

Gasudbyttet i forhold til reaktorvolumen er naturligvis væsentligt højere for reaktoren med fast stof i forhold til reaktoren med ren gylle (figur 4). I perioder med 60 procent fast stof bliver der således produceret dobbelt så meget gas som ved ren svinegyde. Hvis udbyttet fra 15 dages efterafgasning medregnes, øges udbyttet med op til 30 procent, hvilket indikerer, at processen i første trin ikke er optimal.

Perspektiver

Ved at erstatte en del af gyllen i et biogasanlæg med fast biomasse er det således muligt at øge anlæggets gasproduktion markant. Ved anvendelse af helt op til 60 procent fast stof er det lykkedes at opnå en høj og stabil gasproduktion ved en temperatur på op til 50 °C.

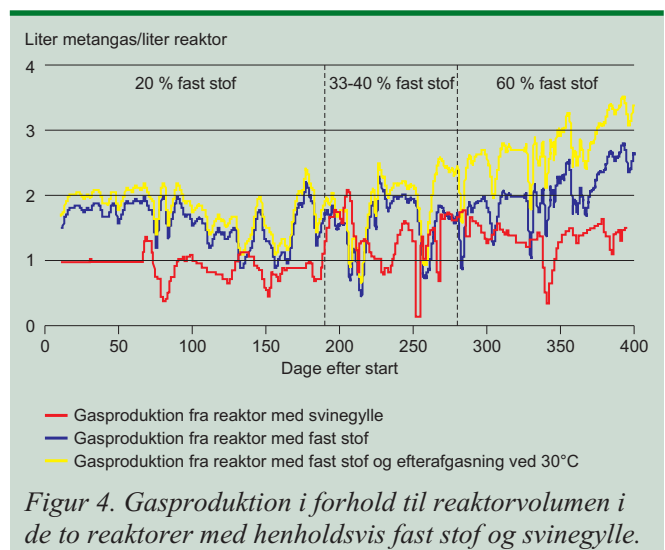
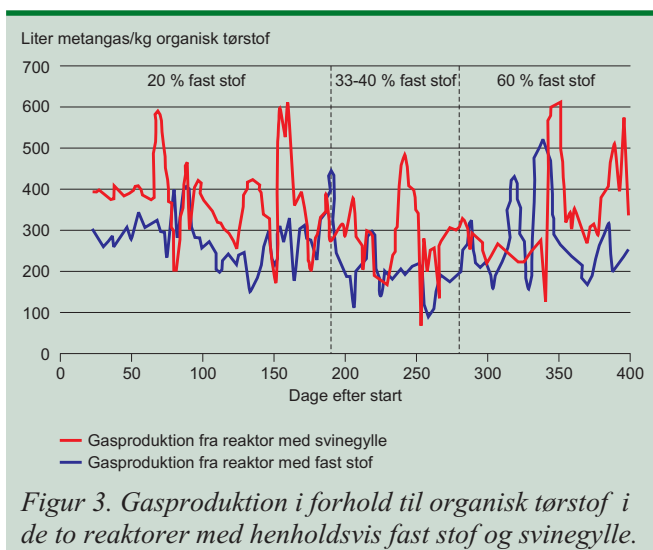
Hvorvidt det vil være økonomisk fordelagtigt at erstatte en del af gyllen med fast biomasse, afhænger af

flere faktorer. Der drejer sig blandt andet om omkostninger til separation, afstand til gylleproducenter og muligheden for at kunne bortskaffe overskydende fosfor.

Muligheden for afbrænding af fiberfraktionen efter afgangning vil formentlig gøre det endnu mere attraktivt at tilføje biogasanlæggene fast biomasse fra separeringsanlæg. Derved vil biogasanlæggene få mulighed for at inddrage en større leverandørkreds, idet transport af fast stof er markant billigere end den tilsvarende mængde gylle – især hvis der er tale om leverandører, der ligger langt væk fra anlægget.

Henrik B. Møller er centerforsker og ansat ved Danmarks JordbrugsForskning på Afdeling for Jordbrugsteknik og deltager i Videncenter for Husdyrgødning og Biomasseteknologi, henrikb.moller@agrsci.dk.

Gitte Andersen er laborant ved Danmarks JordbrugsForskning. ■



FIB – Forskning i Bioenergi udgives med støtte fra Energiforskningsprogrammet, Elsam og Energi E2. Nyhedsbrevet, der er gratis, udkommer seks gange om året i en dansk og en engelsk udgave. Begge udgaver kan downloades fra Internettet på adressen www.biopress.dk

Den danske version af nyhedsbrevet findes endvidere i en trykt version, der leveres som et indstik i tidsskriftet Dansk BioEnergi. Yderligere eksemplarer af den danske udgave kan rekvireres hos BioPress, e-mail biopress@biopress.dk, telefon 8617 3407.

Ansvarshavende redaktør:
Journalist Torben Skøtt

ISSN: 1604-6331

Produktion:

BioPress
Vestre Skovvej 8
8240 Risskov
Telefon 8617 3407
Telefax 8617 8507
E-mail: biopress@biopress.dk
Hjemmeside: www.biopress.dk

Forsidefoto:

Kemira Miljø, Stirling.dk,
og Torben Skøtt

Oplag: 4.000 stk.

Tryk:

CS Grafisk. Bladet er trykt på svanemærket offset papir.

Gengivelse af artikler og illustrationer må kun ske efter aftale med BioPress. Citater fra artikler må gerne bruges med tydelig kildeangivelse.

Næste nummer:

– udkommer medio juni 2006.
Deadline for redaktionelt stof er den 15. maj 2006.



foto: stirling.dk

Stirling-motoren er produktionsklar

Stirling Danmark, der udvikler motorer til biomasse, har fået en saltvandsindsprøjtning på 12,5 millioner kroner fra EGJ Udvikling A/S, SEED Capital og Vækstfonden. Pengene skal bruges til at få bragt teknologien fra testfasen ud på markedet.

– Det tegner til at blive et gennembrud for en dansk energiteknologi, siger udviklingsdirektør i EGJ Udvikling A/S, Søren Houmøller, der samtidig er bestyrelsesmedlem i Stirling Danmark.

– Teknologien virker, salget er i gang, og virksomheden har en unik position på markedet, hvor ingen andre teknologier er i stand til at levere mini-kraftvarmeanlæg til biobrændsler, forklarer han.

Initiativtageren til Stirling Danmark er professor Henrik Carlsen fra Danmarks Tekniske Universitet. Han har ledet forsknings- og udviklingsindsatsen siden starten for mere end 10 år siden og har fået støtte fra såvel Energiforskningsprogrammet som PSO-midlerne fra Energinet.dk.

Henrik Carlsen fortsætter som professor på Danmarks Tekniske Universitet og tilknyttes Stirling Danmark som ansvarlig for den fortsatte teknologiske udvikling. En admini-

Tre mand og en motor. Fra venstre er det Peter Tøtrup fra Seed Capital, Henrik Carlsen fra Stirling Danmark og Søren Houmøller fra EGJ Development.

strerende direktør vil blive ansat snarest muligt, og derudover forventer man at ansætte yderligere to-tre ingeniører i 2006. Målet er at skabe 40-50 nye arbejdspladser de næste 5-6 år samt et lignende antal arbejdspladser hos underleverandører. Den teknologiske udvikling skal fortsat høre hjemme på Danmarks Tekniske Universitet, mens produktion og salg vil blive placeret i Herning-området.

En Stirling-motor adskiller sig fra en almindelig forbrændingsmotor ved, at forbrændingen ikke foregår inde i cylinderen, men i et eksternt brændkammer. Princippet minder således mere om en dampmaskine end en forbrændingsmotor.

Stirling Danmark har valgt at sammenbygge motoren med en el-generator og en biomassefyret kedel. Dermed får man et mini-kraftvarmeværk til biobrændsler, som er velegnet til virksomheder, institutioner, bofællesskaber og lignende.

Læs mere om stirling-motoren på www.stirling.dk