



Förnybar gas

- samverkan mellan naturgas och förnybar gas



Rapport utförd av:
Jörgen Held, Svenskt Gastekniskt Center



GASFÖRENINGEN

INNEHÅLL

| | |
|--|----|
| 1. Inledning..... | 1 |
| 2. Gasformiga bränslen..... | 1 |
| 2.1 Naturgas..... | 2 |
| 2.2 Gasol..... | 2 |
| 2.3 Biogas..... | 2 |
| 2.4 Gas från termisk förgasning..... | 3 |
| 2.4.1 Lågvärdesgas..... | 3 |
| 2.4.2 Gengas..... | 4 |
| 2.4.3 Syntesgas..... | 4 |
| 2.5 Vätgas..... | 4 |
| 3. Effektiv energiomvandling..... | 4 |
| 3.1 Kombicykler..... | 4 |
| 3.2 Elersättning..... | 5 |
| 3.3 Fordonsbränsle..... | 5 |
| 3.4 Industriella processer..... | 6 |
| 4. Synergier mellan naturgas och förnybar gas..... | 6 |
| 4.1 Full avsättning – minskad fackling..... | 6 |
| 4.2 Leveranssäkerhet..... | 7 |
| 4.3 Uppbyggnad av marknad och infrastruktur för gas..... | 7 |
| 4.4 Praktisk erfarenhet av inmatning av biogas på gasnätet..... | 7 |
| 4.5 Lagringskapacitet..... | 8 |
| 4.6 Minskat transportarbete med ledningsbunden distribution..... | 8 |
| 4.7 Konkurrens..... | 9 |
| 4.8 Handel över gasnätet..... | 9 |
| 5. Potentialer för biogas och gas från förgasning..... | 9 |
| 5.1 Biogas..... | 9 |
| 5.2 Gas från förgasning..... | 10 |
| 6. Potential för biogas från rötning av gödsel och energigrödor i förhållande till gasnätet..... | 11 |
| 6.1 Potential i förhållande till existerande gasnät..... | 12 |
| 6.2 Potential i förhållande till planerad utbyggnad av gasnätet..... | 12 |
| 6.3 Ytterligare potential för biogas i förhållande till gasnätet..... | 12 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 7. Biogasteknik..... | 13 |
| 7.1 Produktion..... | 13 |
| 7.2 Rening och uppgradering..... | 13 |
| 7.2.1 Rening..... | 13 |
| 7.2.2 Uppgradering..... | 14 |
| 7.3 Svenska aktörer..... | 14 |
| 8. Summering och slutsatser..... | 15 |
| Referenser..... | 16 |

1 INLEDNING

Denna rapport är gjord av Svenskt Gastekniskt Center AB på uppdrag av Svenska Gasföreningen Service AB. I korthet består uppdraget av en genomgång av potentialer för förnybar gas, samverkansmöjligheter mellan naturgas och förnybar gas, hur befintlig infrastruktur för gasformiga bränslen kan utnyttjas för implementering av förnybar gas i stor skala samt olika produktionsmetoder och tekniker för rening och uppgradering av förnybar gas. Rapporten börjar dock med en beskrivning av gasformiga bränslens inneboende fördelar och de möjligheter till högeffektiv omvandlingsteknik som gasformiga bränslen medger.

Jörgen Held
VD, Svenskt Gastekniskt Center AB

2 GASFORMIGA BRÄNSLEN

Förbränning är centralt för energiomvandling inom transportsektorn (förbränningsmotorer), för uppvärmning (pannor), kraftproduktion (ångpannor, brännkammare) och inom industrin (ugnar, torkningsanläggningar, pannor etc.). Gasformiga bränslen ger en hög förbränningskvalité. Genom att bränslet redan är i gasfas kan en bra och välkontrollerad omblandning med förbränningsluften uppnås. Gas är ett högkvalitativt bränsle som kan användas inom alla sektorer i energisystemet med hög verkningsgrad och låga emissioner. Det är därför viktigt ur ett resurs- och miljöperspektiv att energigaserna används där de gör mest nytta, det vill säga att de används där de bidrar till ökad verkningsgrad och lägre utsläpp. Med en sådan ansats är t.ex. uppvärmning med naturgas eller uppgraderad förnybar gas ej önskvärd om det finns andra alternativ såsom biobränslebaserad fjärrvärme, pelletspannor etc. Däremot framstår gasanvändning inom transportsektorn och för effektiv elproduktion som mycket intressant då det egentligen inte finns något annat alternativ som ger så hög verkningsgrad och samtidigt så låga utsläpp. Industrin har också ett stort behov av rena bränslen som kan användas direkt i processer såsom torkning, smältning och värmning, ofta med förhöjd produktkvalité som resultat.

Naturgas och förnybar gas uppgraderad till naturgaskvalité innehåller mycket små mängder föroreningar. Dansk naturgas t.ex. har en svavelhalt på endast 0,05 mg/MJ medan lågsvavlig eldningsolja Eo4 och Eo5 har en svavelhalt på ca 70-115 mg/MJ¹. Förekomst av tungmetaller och andra oorganiska ämnen i naturgas eller uppgraderad förnybar gas är så små att de är i nivå med detektionsgränsen för de mätmetoder som används, därför bildas heller ingen aska vid förbränning.

Det är t.ex. förekomsten av alkalimetaller i fasta biobränslen och avfall som sätter temperaturbegränsningar i pannor för undvikande av högtemperaturkorrosion och att bränslebädden agglomererar eller sintrar ihop. Lägre panntemperatur innebär lägre verkningsgrad vid elproduktion med konventionell ångcykel.

2.1 NATURGAS

I Sverige används dansk naturgas. Den danska naturgasen består i huvudsak av metan, ca 90 procent. Resten utgörs av högre kolväten, koldioxid och kväve. Effektivt värmevärde är ca 40 MJ/Nm³ och densiteten är ca 0,83 kg/Nm³. Rysk naturgas består till 97 procent av metan och har ett värmevärde motsvarande uppgraderad biogas.

2.2 GASOL

Gasol är det svenska handelsnamnet på vätskeformig petroleumgas, på engelska "Liquefied Petroleum Gas, LPG". Gasen består av en blandning av propan och butan. Vid ett lätt övertryck övergår gasen i vätskefas. Denna egenskap gör den lätt att förvara i gastuber.

2.3 BIOGAS

Bildas vid nedbrytning av organiskt material i syrefri (anaerob) miljö. Den orenade gasen består i huvudsak av metan, 60-70 procent, och koldioxid, 30-40 procent, och har ett effektivt värmevärde på ca 23 MJ/Nm³. Trots mångåriga skattefinansierade investeringar för att främja biogasanvändning saknar Sverige årlig nationell statistik över mängden genererad biogas och biogasens användning. Svenska Biogasföreningen har fått i uppdrag att samordna insamling av data och produktionsstatistik från biogas-anläggningar². Inrapporteringen har inte kommit igång än. I Tabell 1 nedan visas ett hopplöck av tillgängliga uppgifter avseende svensk biogasproduktion.

Tabell 1. Biogasproduktion i Sverige

(Notera att produktionen baseras på uppgifter från olika år och olika källor)

| Biogasanläggning | Antal | Energimängd biogas/år |
|---|--------------|------------------------------|
| Kommunala avloppsreningsverk Svenska Biogasföreningen, 2001 | 134 | 810 000 MWh |
| Avfallsdeponier RVF statistik 2004 | ca 75 | 370 000 MWh |
| Industriella avlopp Svenska Biogasföreningen, 2001 | 8 | 90 000 MWh |
| Rötningsanläggningar RVF statistik 2004 | 12 | 119 000 MWh |
| Gårds- och pilotanläggningar Svenska Biogasföreningen, 2001 | 11 | 20 000 MWh |
| Summa | ca 240 | ca 1 409 000 MWh |

Vid uppgradering till fordonsbränslekvalitet eller för inmatning på gasnätet separeras koldioxiden bort. Biogasen består då till ca 97 procent av metan och värmevärdet ökar till ca 34,8 MJ/Nm³. Organiskt material från jordbrukssektorn (sockerbeter, vall, majs och andra energigrödor) lämpar sig väl för biogasproduktion. En Österrisk studie³

visar att biogas från majs är det överlägset bästa alternativet jämfört med etanol och rapsolja för drivmedelsproduktion sett ur ett resurs- och miljöperspektiv. Utbytet per hektar åkermark är 3,6 gånger högre än för rapsolja och 1,8 gånger högre än för etanol. Biogasen reducerar koldioxidutsläppen per kilometer jämfört med en bensindriven bil med 65-75 procent, RME med 50 procent och etanol med 10-30 procent. Siffrorna speglar indirekt den mängd fossilt bränsle som åtgår för markbearbetning, konstgödning, skörd, transport och omvandling av gröda till drivmedel. En annan studie gjord av Pål Börjesson, Lunds universitet, visar också att nettoutbytet per hektar åkermark är 2,75 gånger högre för biogas (55 GJ) jämfört med etanol (20 GJ) under förutsättning att vete används som råvara. Även biogas från vall (35 GJ/ha) ger ett 1,75 gånger så högt nettoutbyte. Etanolalternativet förbättras om dranken (restprodukt vid jäsningen) och halmen rötas till biogas, då kommer man upp i ett nettoutbyte om 50 GJ/ha.

Man ska dock ha i åtanke att majs och sockerbetor ger ett ca 2-2,5 gånger högre utbyte per hektar än både vete och vall och är väl lämpade som substrat för biogasproduktion.

2.4 GAS FRÅN TERMISK FÖRGASNING

Förgasning av biobränslen används i dag i begränsad omfattning. Under 80-talet byggdes ett mindre antal anläggningar som förgasar bark och producerar en lågvärdig gas för uppvärmning av ugnar, främst inom massaindustrin.

Vid förgasning av biomassa bildas en produktgas som i huvudsak består av vätgas, koldioxid, kolmonoxid, metan och högre kolväten. Det går att förändra gasens sammansättning genom val av förgasningsteknik och vid vilket tryck och temperatur förgasningsprocessen försiggår. Med ett efterföljande metaniseringsteg kan gas av naturgaskvalité produceras med hög verkningsgrad. Detta framstår som ett ekonomiskt intressant alternativ då man slipper ifrån den reformering och efterföljande raffinering av produktgasen som krävs vid framställning av flytande drivmedel. En effektiv gasanvändning förutsätter att gasen kan distribueras till slutanvändarna inom industri, transportsektorn, för el- och värmeproduktion m.m. Här kommer ledningsbunden infrastruktur för gasformiga bränslen att vara en viktig pusselbit om förgasad biomassa från skogsråvara, jordbruks-, hushålls- och industriellt avfall ska kunna utnyttjas för högeffektiv energiomvandling med minimal miljöpåverkan.

Svensk terminologi skiljer på biogas och gas från termisk förgasning även om råvaran i det senare fallet är biomassa. Gas från förgasning kan benämnas *lågvärdesgas*, *gen-gas* eller *syntesgas* beroende på sammansättning och användningsområde.

2.4.1 Lågvärdesgas

Produktion av lågvärdesgas sker genom understökiometrisk förbränning av bränslet i luft varvid största delen av bränslets energiinnehåll, 70-80 procent, återfinns i den bildade gasen. Gasen har dock ett lågt värmevärde, ca 5 MJ/Nm³ eftersom den tillsatta luftens kväve späder ut produktgasen.

2.4.2 Gengas

Gengas är en lågvärdesgas som tillverkas i en gasgenerator och som vanligtvis används för motordrift. Tekniken var vanlig under andra världskriget. Både ved och träkol användes som bränsle. I *Gengas – dokument från en bister tid* står att läsa ”I slutet av 1941 hade vi bara 31 854 rullande personbilar, och i princip gick alla dessa på gengas”⁴. Direkt efter krigsslutet när bensin och diesel fanns tillgängligt i normal omfattning skrotades gengasaggregaten.

2.4.3 Syntesgas

Syntesgas erhålls om syrgas används som oxidationsmedium i förgasaren. För att dämpa värmeutvecklingen och tillföra mer väte till processen tillförs ofta vattenånga till förgasningsreaktorn. Detta medför att syntesgasens väteinnehåll ökar. Syntesgasen värmeinnehåll ligger normalt kring ca 20 MJ/Nm³.

2.5 VÄTGAS

Väte förekommer sällan i fri form utan ingår i olika föreningar, främst vatten och olika kolväten. Räknat per viktsenhet är gasen mycket energirik och dess energiinnehåll är ca 120 MJ/kg. Räknat per volymenhet är energiinnehållet väsentligen lägre, ca 3,1 MJ/Nm³. Det vanligaste sättet att producera vätgas är genom ångreformerings av naturgas. Vätgas kan också produceras genom elektrolys där vattnet spjälkas till vätgas och syrgas. Vätgas används idag i industriella processer och för värmeproduktion. Dess potential som bränsle i olika energisammanhang bedöms vara mycket stor. Fördelarna som bränsle är främst gasformen samt det faktum att förbränningsprodukterna i princip endast utgörs av vatten. Miljövänligheten sammanhänger dock med det sätt på vilket vätgasen produceras. I framtiden kan man tänka sig att vätgas produceras genom förgasning av organiskt material från skogs- och lantbruksmark.

3 EFFEKTIV ENERGIOMVANDLING

3.1 KOMBICYKLER

Med ett gasformigt bränsle ges möjlighet att använda kombicykler, det vill säga elproduktion med gasturbin och ångturbin i kombination. Steget från konventionell ångcykel till kombicykel innebär en ca 1½ gång så hög elverkningsgrad, från 27-34 procent till 46-49 procent⁵. Ett bibränsleeldat kraftvärmeverk med konventionell ångcykel har ca 30 procents elverkningsgrad för en anläggning med en installerad effekt på 30 MW_{el} och 80 MW_{värme}. Motsvarande gaseldad kombicykel har 49 procents elverkningsgrad och ger 96 MW_{el} och 80 MW_{värme}. I Sverige där elbehov och värmebehov följer varandra väl under den kalla delen av året är kraftvärmeproduktion det mest kostnads-, resurs- och miljömässigt effektiva sättet att använda bränslet. För ett givet värmeunderlag innebär ökad elverkningsgrad i en anläggning minskad värmeproduktion.

Detta i sin tur innebär att man kan gå upp i anläggningsstorlek för att tillgodose samma värmebehov. Ökad anläggningsstorlek innebär i sin tur ytterligare ökning i elverkningsgrad. Det hänger samman med att en stor anläggning tål att bära kostnaden relaterad till mer avancerade material såsom höghållfast stål och keramisk skyddsbeläggning på skovlar och för avancerad kylning av skovlar och brännkammare. Vidare är omvandlingsförluster, t.ex. läckage mellan skoveltipp och omgivande turbinhus, relativt sett mindre ju större anläggningen är.

I Sverige uppgick den totala fjärrvärmeanvändningen⁶ 2003 till 56,2 TWh. På detta värmeunderlag kan ca 21 TWh el produceras med konventionell ångcykel medan gaskombi kan ge ca 67 TWh el. 2003 producerades 7,6 TWh el via kraftvärme på detta värmeunderlag.

Tabell 2. Faktisk och möjlig elproduktion med kraftvärme i Sverige

| Elproduktion – kraftvärme | TWh el |
|---|---------------|
| Faktisk produktion (2003) | 7,6 |
| Möjlig potential med konventionell ångcykel | 21 |
| Möjlig potential med gaskombicykel | 67 |

Ett annat mycket intressant alternativ är att utnyttja en kombination av fasta biobränslen och energigas. I en konventionell ångcykel eldad med fasta biobränslen begränsas panntemperaturen och därmed ångtemperatur och elverkningsgrad av bränslets höga innehåll av oorganiska ämnen. Anledningen är att man vill undvika problem med agglomerering, sintring och högtemperaturkorrosion. Sådana restriktioner finns inte för naturgas och förnybar gas av naturgaskvalité som är mycket rena bränslen. Genom att i en och samma kraftvärmeanläggning använda energigasen i en s.k. top-cycle och de fasta biobränslena i en bottoming-cycle kan el produceras med hög verkningsgrad och fördelarna med respektive bränsle utnyttjas optimalt.

3.2 ELERSÄTTNING

Med en gaskombi kan el produceras med en verkningsgrad på närmare 50 procent i form av kraftvärme eller närmare 60 procent i form av kondensel. Oavsett vilket innebär det en rejäl bränslebesparing med tillhörande miljöförbättring om el ersätts med gas. Tar man hänsyn till att el på marginalen oftast produceras med kolkondensanläggningar blir miljövinsten ännu större.

3.3 FORDONSBRÄNSLE

Transportsektorn bidrar starkt till koldioxidutsläpp och 2003 använde transportsektorn ca 95 TWh olja för inrikes transporter. Naturgas ger ca 20-25 procent lägre koldioxidutsläpp jämfört med bensindrivna bilar. Anledningen är att kol/väteförhållandet är lägre i metan än i bensin. Det vill säga det bildas mindre koldioxid och mer vatten för en given energimängd vid förbränning av metan jämfört med bensin. Med biogas blir koldioxidreduktionen ännu större. Användning av biogas som fordonsbränsle ökar kraftigt och under 2005 tankades 158 GWh biogas (126 GWh år 2004) och 213 GWh

naturgas (178 GWh år 2004). Vid utgången av 2005 fanns det totalt 62 publika gastankställen och 23 tankställen för bussar. Antalet gasfordon ökade med 49 procent från 5298 till 7880 under 2005. Värt att notera är att biogasförsäljningen ökar tillsammans med naturgasförsäljningen i de områden där naturgasen är utbyggd. Gasbolagen verkar ta ett allt större ansvar för biogasen och engagerar sig nu även i produktionen av rågas (t.ex. har E.ON Gas valt att ta ett finansiellt ansvar i produktionen av rågas vid anläggningen i Vrams Gunnarstorp).

3.4 INDUSTRIELLA PROCESSER

Inom industrin användes ca 40 TWh olja, kol och koks år 2003. 22,4 TWh var petroleumprodukter och 16,6 TWh kol och koks⁷. En stor del av detta kan ersättas med energigaser med kraftiga emissionsminskningar som följd. I första hand är det naturgas som kan ersätta oljan, kolet och koksen men med gradvis ökad inblandning av förnybara gaser, uppgraderad biogas och syntesgas, blir koldioxidreducering ännu större.

Industrin är storförbrukare av el, totalt 54,9 TWh år 2003. Här finns möjligheter för elersättning. Inom pappers- och massaindustrin kan gasdrivna IR-torkar minska elbehovet och de globala koldioxidutsläppen reduceras. Internationellt finns det även andra torktekniker baserade på gasformiga bränslen. Med TAD-teknik (Through Air Drying) torkas s.k. tissue-papper genom att varma avgaser från en gasbrännare blåses genom pappret.

4 SYNERGIER MELLAN NATURGAS OCH FÖRNYBAR GAS

Av förnybara gaser är det bara biogas som produceras kommersiellt idag, ca 1,4 TWh/år vid ca 240 anläggningar. Det finns dock stora förhoppningar att förnybar gas ska kunna produceras i stor skala genom termisk nedbrytning (förgasning) av i första hand skogsråvara och energigrödor.

4.1 FULL AVSÄTTNING - MINSKAD FACKLING

Den mängd biogas som produceras överensstämmer inte alltid med behovet och det är inte ovanligt att överskottsgas facklas bort. 2005 gjorde Sweco en studie där man antog att biogasproduktionen inom 8 olika kommuner var representativ för Sverige i helhet. I den studien kom man fram till att ca 0,2 TWh biogas facklades bort under 2003 vilket motsvarar ca 14 procent av produktionen. RVFs statistik över deponigas-anläggningar visar liknande siffror, 50 GWh av totalt 370 GWh eller 13,5 procent facklades bort 2004. Även om det inte finns några heltäckande uppgifter kan man konstatera att en icke försumbar del biogas facklas bort på grund av denna ”mismatch”. Ett alternativ till fackling är att uppgradera biogasen till naturgaskvalité och tillföra den till gasnätet. Då fås avsättning för all producerad biogas.

4.2 LEVERANSSÄKERHET

Det är optimalt att använda gasformiga bränslen där de gör mest nytta, det vill säga i applikationer där högeffektiv omvandlingsteknik kan användas. Det gäller i första hand elproduktion och industriella processer där alternativ med fasta eller flytande bränslen är mindre effektiva eller helt enkelt inte kan användas. För dessa applikationer är leveranssäkerhet av yttersta vikt. Biogasproduktion i en anläggning varierar beroende på de betingelser de anaeroba bakterierna arbetar under. T.ex. varierar produktionen med temperatur och variation i sammansättningen på det substrat som rötas. Under ogynnsamma förhållanden kan biogasproduktionen upphöra helt och hållet. Andra problem som t.ex. jäsning kan också uppstå. För att garantera leveranssäkerhet är någon form av back-up nödvändig. Med inmatning på gasnätet får man denna back-up automatiskt. Inkoppling på gasnätet innebär att naturgas finns tillgänglig och kan dels jämna ut variationer i biogasproduktionen, dels ersätta eventuellt produktionsbortfall.

4.3 UPPBYGGNAD AV MARKNAD OCH INFRASTRUKTUR FÖR GAS

För att etablera en gasmarknad lokalt krävs det att gas av önskad kvalitet finns och är tillgänglig samt kan levereras med stor säkerhet. Det vill säga produktionskapacitet och leveranskapacitet måste stämma överens. Därför är det en oerhörd fördel för biogasen om naturgasen etablerar och bygger upp en gasmarknad och biogasen sedan gradvis fasas in i den takt produktionskapaciteten byggs ut. Det är viktigt att förstå att naturgas och biogas inte står i motsatsförhållande till varandra, snarare är det tvärtom. Naturgasen bygger upp en marknad och är med och tar kostnaden för uppbyggnad av infrastruktur för gasformiga bränslen. Biogasen å andra sidan är med och bygger upp en gasmarknad där det inte är ekonomiskt försvarbart med ledningsbunden distribution. Biogastankställen är ett bra exempel på detta. Biogasen har också bidragit till att gasdrivna fordon vunnit politiskt gehör, t.ex. sänkt förmånsbeskattning för gasdrivna bilar.

4.4 PRAKTISK ERFARENHET AV INMATNING AV BIOGAS PÅ GASNÄTET⁸

Laholms biogasanläggning tar emot gödsel, slakteriavfall och hushållsavfall som sedan samrötas till biogas och biogödsel (rötresten). Den byggdes 1992 för att minska problem med övergödning i området. Biogasen användes för el- och värmeproduktion. Vintertid räckte biogasproduktionen inte till och sommartid facklades överskottsgas bort. I slutet av 90-talet bestämde man sig för att titta på möjligheten att uppgradera biogasen och mata ut den på det lokala gasnätet i Laholm. 2001 började man mata ut uppgraderad biogas på gasnätet. Produktionsanläggningen ägs av Laholm Biogas AB samägt av Vallberga Lantmän, Södra Hallands Kraft AB och Laholm stad. Uppgraderingsanläggningen ägs av E.ON Gas Sverige AB. 2002/2003 byggdes anläggningen ut och produktionskapaciteten ökade från 15 GWh/år till 25 GWh/år. Totalt ersätter den uppgraderade biogasen ca 25 procent av den lokala naturgasanvändningen i Laholm. Uppgraderingsanläggningen som är en pilotanläggning har drabbats av en del driftstörningar av teknisk art och under sommaren 2005 var anläggningen stängd ett par

veckor för åtgärder. Då fungerade naturgasen som back-up. Laholm är ett ypperligt exempel på de fördelar inmatning på gasnätet medför.

- 100 procent utnyttjande av biogasen. Ingen gas behöver facklas bort.
- 100 procent avsättning trots drastiskt förändrad produktionskapacitet.
- Avsättningsmöjligheterna på gasnätet har lett till ökad biogasproduktion på naturgasens bekostnad.
- Leveranssäkerhet för gaskunderna då biogasproduktionen varierar eller upphör helt på grund av driftsstörningar.

I Helsingborg blandas biogas från Filborna rötningsanläggning in på gasnätet sedan 2004.

Göteborg är den region som satsat hårdast på biogas och biogas har sedan länge blandats in på stadsgasnätet. Nu planerar man för att blanda in biogas i naturgas på gasnätet.

4.5 LAGRINGSKAPACITET

Det finns ytterligare en fördel med att ha biogasproduktionen inkopplad mot gasnätet som sällan lyfts fram i debatten, nämligen lagringsförmågan i gasnätet. Det är tekniskt möjligt att mata in uppgraderad biogas på stamnätet. Stamnätet är dimensionerat för 80 bar och har en undre kritisk trycknivå på 30 bar. 30 bar är det tryck som krävs för att garantera driften för vissa gasturbinanläggningar. Teoretisk innebär det att skillnaden mellan den mängd gas som finns i stamnätet vid 80 respektive 30 bar utgör en buffert. I realiteten opererar stamnätet mellan 65 och 45 bar vilket ger en buffert om ca 2 miljoner Nm³ enbart i själva stamnätet. Utöver detta finns det lagringskapacitet i de lokala gasnäten och i det underjordiska gaslager om 10 miljoner Nm³ i Skallen i Halland som är anslutet till gasnätet. Genom inkoppling på nätet kommer biogasen i åtnjutande av denna lagringskapacitet. För biogasanläggningar som inte är inkopplad mot nätet är alternativet är att bygga upp lagringskapacitet vid respektive biogasanläggning för att hantera variationer i produktion och behov. Detta är förenat med stora kostnader.

4.6 MINSKAT TRANSPORTARBETE MED LEDNINGSBUNDEN DISTRIBUTION

Det är viktigt att påpeka att distribution via gasnätet innebär att transport av bränsle till slutanvändare minskas i motsvarande grad. Visserligen krävs det ett transportarbete för att samla ihop rötsubstratet och transportera det till biogasanläggningen men det är ingen skillnad mot t.ex. ihopsamling och transport av spannmål till en etanolanläggning. Etanolen behöver sedan transporteras till en anläggning där den kan blandas med bensin och sedan vidare med tankbil till tankställen för bensin alternativt E85. Samhällsnyttan av minskat transportarbete är stor. Det medför t.ex. lägre utsläpp av hälsovådliga emissioner och koldioxid, högre trafiksäkerhet och mindre slitage på vägnätet.

4.7 KONKURRENS

I somliga delar av landet har den biogas som används som fordonsgas följt bensinpriset uppåt. Det finns många olika skäl för detta men den marknadsmekanism som bäst dämpar prisökningar är konkurrens. För att åstadkomma konkurrens krävs det att mer än en leverantör kan leverera gas till en och samma lokala marknad. Inmatning av biogas på gasnätet ger alla inkopplade leverantörer möjlighet att leverera biogas till samtliga lokala gasmarknader anslutna till gasnätet.

4.8 HANDEL ÖVER GASNÄTET

EU-direktivet⁹ om gemensamma regler för en inre gasmarknad från 2003 innebär en liberalisering av gassektorn. Gasdirektivet möjliggör handel av biogas och gas från biomassa över gasnätet.

Inom EU-projektet BIOCOMM (Biogas commercialisation on the grid) togs ett förslag till direktiv för handel med biogas via gasnätet på en avreglerad gasmarknad fram på uppdrag av EU-kommissionen. Projektet drevs av ICAEN, från Katalonien, tyska Fachverband Biogas e.V. och Svenskt Gastekniskt Center AB. Förslaget lämnades in till EU-kommissionen i juni 2005. Det är bara en tidsfråga innan gasmarknaden är helt avreglerad och handel med biogas och syntesgas via gasnätet blir en realitet. För att biogasen ska kunna konkurrera med naturgasen är det dock viktigt att biogasens miljö-, resurs- och samhällseliga fördelar återspeglas i de styrmedel och skatter som avser främja övergången till ett mer hållbart energisystem.

5 POTENTIALER FÖR BIOGAS OCH GAS FRÅN FÖRGASNING

5.1 BIOGAS

När det gäller biogaspotentialen i Sverige är det främst två rapporter som det refereras till. Den ena gjordes 1998 av Jordbrukstekniska institutet och VBB VIAK med titeln *Biogaspotential och framtida anläggningar i Sverige*. Här uppskattas att biogaspotentialen på 10 års sikt till ca 17 TWh/år. Den största delen av denna biogaspotential utgörs av lantbruksrelaterade biomassor, halm, vallgröda och träck och urin från husdjur. Vidare ingår diverse restprodukter såsom blast och bortsorterad potatis. Dessa lantbruksrelaterade substrat bidrar tillsammans med 14 TWh/år. I övrigt utgörs biogaspotentialen av avloppsslam, industriellt organiskt avfall, hushålls- och restaurangavfall samt park- och trädgårdsavfall. I scenariot antogs att 170 000 hektar, 6 procent av åkerarealen, kunde användas för odling av vallgröda för biogasproduktion. Gas från deponier togs inte med i uppskattningen av biogaspotentialen.

Den andra rapporten gjordes 2004 av BioMil och Svenskt Gastekniskt Center AB med titeln *Summary and analysis of the potential for production of renewable methane (biogas and SNG) in Sweden*. Här uppskattas biogaspotentialen till 14 TWh/år. Förut-

sättningar skiljer sig dock markant åt jämfört med den andra rapporten. Den största skillnaden ligger i att halm exkluderats och att åkerareal med energigrödor (vall) ökats från 6 procent till 10 procent. Vidare har vissa siffrorna uppdaterats för att bättre överensstämma med mer aktuell statistik. Potentialen för biogas från gödsel t.ex. har reducerats då beståndet av lantbruksdjur, kor, grisar och höns, har minskat med åren. Vidare har utbytet av biogas från energigrödor ökats då sockerbeter och majs inkluderats i mixen av energigrödor.

Lantbruksrelaterade substrat bidrar med drygt 10 TWh/år och det står klart att det är inom jordbruket den stora biogaspotentialen återfinns. Hur stor den är beror på hur stor areal som kan tas i anspråk för energigrödor, vilka energigrödor som odlas och hur mycket biogas respektive energigröda ger. Den totala åkerarealen är 2,626 miljoner hektar och varje procentenhet åkermark kan ge ca 0,6 TWh/år, baserat på vallgröda och ca 0,7 TWh/år baserat på en mix av vallgröda, sockerbeter och majs. Biogasutbytet från olika energigrödor varierar dock starkt, från 20 MWh/ha för vallgröda till 40-50 MWh/ha för majs och sockerbeter¹⁰.

5.2 GAS FRÅN FÖRGASNING

Under 2004 användes totalt 110 TWh biobränsle i det svenska energisystemet. Tillväxten i skogen tillåter dock ett högre uttag. I en studie gjord av Växjö universitet¹¹ uppskattas den årliga tillväxten i skogen till drygt 260 TWh/år medan uttaget ligger på ca 180 TWh/år. Genom en mer intensiv skogsskötsel inklusive gödsling förväntas den årliga tillväxten kunna öka med ca 40 TWh. Det vill säga att ytterligare 120 TWh biobränsle skulle kunna plockas ut per år. Detta får anses vara en övre gräns och stödjer de resultat från olika potentialstudier som visar att tillförseln av biobränsle kan ökas med 30-120 TWh/år. Den högre siffran inkluderar energiskog (20 TWh/år), torv (12 TWh/år), avfall (15 TWh/år) och avser år 2050. Dagens disponibla biobränsletillgångar från skogsråvara tillgängliga för förgasning har i en studie¹² uppskattats till 26,4 TWh/år samt 3 TWh/år torv för södra Sverige (upp till och med Södermanland). Den övre potentialen för gas från förgasning av skogsråvara baserat på skillnaden mellan aktuell tillväxt och uttag och en totalverkningsgrad på ca 60-70 procent blir drygt 50 TWh/år.

Inom kemisk pappersmassaindustri finns det en potential om ytterligare ca 20 TWh/år gas från svartlutsförgasning. På Energitekniskt centrum (ETC) i Piteå har nyligen en pilotanläggning för svartlutsförgasning uppförts. Metaninnehållet i syntesgasen är dock lågt, ca 1,5 volymprocent beroende på hög processtemperatur och att innehållet av alkali i svartluten har en katalyserande effekt som undertrycker metanbildningen. Fördelarna med att göra biometan från svartlut är därför inte så uppenbara som i de fall där syntesgasen har ett högt metaninnehåll.

6 POTENTIAL FÖR BIOGAS FRÅN RÖTNING AV GÖDSEL OCH ENERGIGRÖDOR I FÖRHÅLLANDE TILL GASNÄTET

Biogaspotentialen från gödsel och odlade grödor har beräknats för dels de kommuner som berörs av gasnätets nuvarande sträckning, dels de kommuner som berörs av den planerade utbyggnaden av gasnätet.

Underlaget för beräkningarna, gjorda av BioMil AB, baseras på statistik från SCB över antalet husdjur (nötkreatur, svin och höns) för år 2003 och antal hektar åkermark i respektive kommun för år 2000.

Energigrödor antas kunna transporteras maximalt 10 mil till en biogasanläggning. Knappt 5 procent av energiinnehållet i den transporterade energigrödan åtgår då för transporten. Med detta antagande täcks stora delar av Sverige upp till en gräns Lysekil - Örebro - Falun - Söderhamn förutom delar mellan Vänern och Vättern samt östra Sverige (Blekinge, större delen av Kalmar län samt östra delen av Stockholms och Uppsala län).

Biogasutbytet från gödsel har beräknats baserat på data från JTI¹³. För nötgödsel antas att gödseln ej kan samlas in under 3 månader på sommaren.

10 procent av åkermarken antas vara tillgänglig för odling av energigrödor. Energiutbytet beror på vilken gröda som odlas.

Tabell 2. Energiutbyte för olika energigrödor

| | Medelskörd (kg ts/ha och år) | Metanutbyte (liter metan/kg ts) | Energiutbyte (MWh/ha) |
|--------------------------------|--|---|---------------------------------|
| Spannmål | 6000 | 340 | 20 |
| Vall | 7500 | 300 | 23 |
| Majs | 10 000 | 360 | 36 |
| Sockerbetor inkl. blast | 14 600 | 340 | 50 |

Följande antaganden har gjorts avseende fördelningen mellan olika grödor för biogasproduktion i Sverige:

Skåne samt södra Halland

Spannmål, vall, majs och sockerbetor på vardera 25 procent av åkermark tillgänglig för odling av energigrödor.

Övriga kommuner

Spannmål 25 procent och vall 75 procent av åkermark tillgänglig för odling av energigrödor.

6.1 POTENTIAL I FÖRHÅLLANDE TILL EXISTERANDE GASNÄT

Det existerande gasnätet sträcker sig från Malmö till Stenungsund med en avstickare till Gnosjö och en till Trelleborg. Med nuvarande sträckning går gasnätet igenom 31 kommuner. Naturgasanvändningen har legat relativt konstant kring 9-10 TWh/år.

10 procent av åkermarken i berörda kommuner samt de som ligger inom 10 mils avstånd från gasledningen ger en areal tillgänglig för odling av energigrödor om 80 000 hektar. Biogaspotentialen beräknas till 2,98 TWh/år biogas varav 0,58 TWh/år från rötning av gödsel och 2,40 TWh/år från energigrödor.

6.2 POTENTIAL I FÖRHÅLLANDE TILL PLANERAD UTBYGGNAD AV GASNÄTET

Den planerade utbyggnaden av gasnätet avser en fortsättning av gasledningen till Gnosjö och sedan vidare upp och förbi Mälardalen till Gävle och Borlänge. Gasmarknaden relaterad till utbyggnaden av gasnätet uppskattas till ca 15-20 TWh/år. Totalt berörs 26 kommuner av den planerade utbyggnaden. 10 procent av åkermarken i berörda kommuner samt de som ligger inom 10 mils avstånd från den planerade gasledningen ger en areal tillgänglig för odling av energigrödor om 94 000 hektar. Biogaspotentialen från gödsel och odlade grödor för dessa kommuner är 2,62 TWh/år varav 0,54 TWh/år från gödsel och 2,08 TWh/år från energigrödor.

6.3 YTTERLIGARE POTENTIAL FÖR BIOGAS I FÖRHÅLLANDE TILL GASNÄTET

Det finns även en potential för rötning av kommunalt avloppsslam, hushållsavfall och industriellt avfall. Befolkningsmängden inom 10 mil från befintlig gasledning är 2,9 miljoner och inom 10 mil från planerad gasledning 3,4 miljoner.

Under antagandet att mängden kommunalt avloppsslam och hushålls- och industriellt avfall per innevånare i berörda kommuner överensstämmer med genomsnittet för Sverige i sin helhet kan potentialen uppskattas till ca 0,68 TWh/år, 0,53 TWh/år och 0,53 TWh/år respektive.

De skördenivåer som anges är medelvärden av dagens skördenivåer. Det vill säga inga skördeökningar har räknats in. Anledningen till detta är att ett alltför intensivt lantbruk med stora gödslingsgivor inte följer de svenska miljömålen avseende minskat läckage av kväve från lantbruket. Dock finns det möjlighet till ökade skördenivåer på grund av bättre växtföljd och fortsatt växtförädling.

Genom förädlingsarbete kommer även tidigare och mera köldtåliga sorter fram vilket innebär att odlingsgränsen flyttas norrut efterhand. Detta i sin tur innebär att högavkastande energigrödor såsom majs och sockerbetor kan odlas på en betydligt större andel av den tillgängliga åkermarken.

Tas en större andel än de antagna 10 procent av åkermarken i anslutning till gasnätet i anspråk för odling av energigrödor ökar potentialen med 0,448 TWh/år per procentenhets ökning av tillgänglig areal.

Det finns även en relativt stor potential för blast och bortsorterad potatis på 0,9 TWh/år för hela landet.

7 BIOGASTEKNIK

7.1 PRODUKTION

¹⁴Framställning av biogas sker genom rötning, vilket innebär att organiskt material (substrat) bryts ner av mikroorganismer under anaeroba förhållande. Beroende på vid vilken temperatur rötningen sker erhålls psykrofil (4-25 °C), mesofil (25-40 °C) eller termofil (50-60 °C) nedbrytning. De två vanligaste temperaturområdena är relaterade till mesofil och termofil nedbrytning. Röttningsprocessen går generellt snabbare vid högre temperatur, men det är ofta ingen skillnad på den biogasmängd som erhålls så länge processtemperaturen överstiger ca 30 °C. Värmeutvecklingen i samband med röttningsprocessen är svag och därför är det vanligt att röttningsreaktorn tillförs värme externt. Normalt räknar man med att energi motsvarande ca 30 procent av energiinnehållet i rötningssubstratet åtgår för detta. Ju större anläggningen är desto mer kostnadseffektivt är det att värmeväxla utgående flöden med ingående. På så sätt kan värmebehovet minskas med uppskattningsvis 50 procent.

7.2 RENING OCH UPPGRADERING¹⁵

Biogas uppgraderas av två skäl. Det ena är att avskilja skadliga komponenter som kan orsaka mekaniskt slitage eller korrosion. Det andra är att höja gasens energiinnehåll samt att kunna garantera en jämn bränslekvalité.

7.2.1 Rening

Svensk standard SS 15 54 38 föreskriver att vid rening ska partiklar större än 1 µm inte finnas i gasen, vattenhalten ska vara lägre än 32 mg/Nm³, svavelhalten lägre än 23 mg/Nm³ och syrehalten ska understiga 1 volymprocent.

I reningssteget kan svavelväte avlägsnas på olika sätt

- I rötammaren genom att tillsätta FeCl₂
- Adsorption på aktivt kol
- Reaktion med järnoxider
- Reaktion med natriumhydroxid (NaOH)

Vatten avlägsnas genom

- Kylning (vattnet kondenseras ut)
- Adsorption på torkmaterial, t.ex. silica eller aluminiumoxid
- Absorption med hygroskopiskt salt

7.2.2 Uppgradering

Vid uppgraderingen avlägsnas koldioxiden och metanhalten höjs till ca 97 procent. Det finns olika sätt att avlägsna koldioxiden och i Sverige används fyra metoder.

- Vattenskrubber
 - Recirkulerande vattenskrubber, 9 anläggningar.
 - Enkel vattenskrubber, 5 anläggningar.
- Pressure Swing Adsorption, PSA, 7 anläggningar.
- Selexol, 1 anläggning.
- Kemisk absorption med t.ex. monoetanolamin, MEA, 1 anläggning.

Det finns för- och nackdelar med samtliga metoder. Metanförlusterna vid uppgradering med PSA och vattenskrubber uppgår till max 2 procent medan metanförlusten vid kemisk absorption uppgår till max 0,2 procent. Å andra sidan kan metanet som avgår vid uppgraderingen tas in tillsammans med förbränningsluft i en panna och utnyttjas vid förbränning. Elbehovet (för att driva pumpar, kompressorer etc.) är ca 0,3-0,6 kWh per Nm³ renad gas för PSA, Selexol och vattenskrubber medan kemisk absorption nöjer sig med 0,15 kWh per Nm³ renad gas. Det kan finnas hälsorisker med de kemikalier som används vid kemisk absorption. Monoetanolamin är hälsoskadligt och irriterar ögon, andningsorgan och hud vid kontakt. Biogasen är trycksatt vid PSA (ca 4 bar), Selexol (ca 10 bar) och vattenskrubber (ca 10 bar) vilket innebär att den renade gasen kan distribueras direkt till ett lokalt 4 bars gasnät medan renad gas från kemisk absorption kräver en gaskompressor efter uppgraderingen.

Kostnaden för att uppgradera biogas ligger på 0,10-0,20 kr/kWh renad gas. Generellt blir kostnaden lägre ju större anläggningen är. Ett bra mått på detta är investeringskostnaden i förhållande till rågaskapaciteten för en anläggning. Framförallt för PSA-tekniken verkar storleken spela roll där den minsta anläggningen med en kapacitet på 100 Nm³ rågas per timme, har en specifik investeringskostnad som är ca 2,5 gånger större än för den största anläggningen med en kapacitet på 600 Nm³ rågas per timme.

7.3 SVENSKA AKTÖRER

Sverige är världsledande när det gäller uppgradering av biogas och här finns stora möjligheter att exportera svensk teknik och kunskaper. Svenska aktörer som tillhandahåller utrustning för uppgradering är bland andra Malmberg Water AB, YIT Water AB och Läckby Water Group.

8 SUMMERING OCH SLUTSATSER

Sverige har goda förutsättningar att producera förnybar gas dels genom ett välutvecklat jord- och skogsbruk, dels genom ett teknologiskt försprång med avseende på uppgradering av biogas och förgasning av biomassa.

Med gasformiga bränslen följer att man kan tillämpa omvandlingsteknik som innebär lägre miljö- och klimateffekter, bättre energieffektivitet och, i industriella sammanhang, ofta en kvalitetsförbättring och ökning i produktionen. Den kanske största fördelen ligger i att energigaserna i många fall kan användas direkt i processerna, för värmning, torkning och smältning. I elproduktions-sammanhang medger gasformiga bränslen användandet av kombicykler (gasturbin i kombination med en ångturbin) med mycket hög elverkningsgrad samtidigt som emissionsnivåerna hålls på ett minimum. Inom transportsektorn räknas biogas som det mest miljövänliga av dagens kommersiellt tillgängliga drivmedel.

Potentialen för biogasproduktion i Sverige är ca 14 TWh/år. En försiktig uppskattning av biogaspotentialen i anslutning till existerande gasnät och den planerade utbyggnaden av gasnätet visar att > 7,5 TWh/år biogas kan matas in på gasnätet. I ett längre perspektiv kan det bli aktuellt med inmatning av förgasad skogsråvara, avfall och torv. I södra Sverige finns det en potential för gas från förgasning av skogsråvara, avfall och torv på >20 TWh/år. För hela landet är den övre potentialen för gas från förgasning av skogsråvara drygt 50 TWh/år.

Tabell 3. Energiutbyte för olika energigrödor

| Gas för inmatning på gasnätet | Existerande gasnät | Planerad utbyggnad | Sammanlagt |
|--|---------------------------|---------------------------|-------------------|
| Naturgas | 10 TWh/år | 15-20 TWh/år | 25-35 TWh/år |
| Potential för biogas från energigrödor och gödsel | 2,98 TWh/år | 2,62 TWh/år | 7,54 TWh/år |
| Potential för biogas från kommunalt avloppsslam, hushålls- och industriellt avfall | 0,89 TWh/år | 1,05 TWh/år | |
| Gas från förgasad skogsråvara, avfall och torv | > 20 TWh/år | | > 20 TWh/år |

Tabell 3 visar tydligt att potentialen för förnybar gas i anslutning till gasnätet är stor, faktum är att hela gasanvändningen kan baseras på förnybart om potentialen utnyttjas fullt ut. Potentialen för biogas från kommunalt avloppsslam, hushålls- och industriellt avfall utgör inte fullt 2 TWh/år medan jordbrukssektorn kan bidra med betydligt mer. Om all gödsel och 10 procent av tillgänglig åkerareal i de kommuner som ligger inom 10 mils avstånd från gasnätet plus används för biogasproduktion blir potentialen ca 5,5 TWh/år. En potential som ökar om en större andel åkermark tas i anspråk för energiproduktion (0,44 TWh/år per procentenhet). Dessutom tillkommer framtida skördeökningar på grund av växtförädling och bättre växtföljd. Den riktigt stora potentialen finns dock i förgasning av skogsråvara.

Ett sätt att successivt öka andelen förnybar gas är via inblandning på gasnätet. På så vis elimineras problem med att produktion och behov inte alltid överensstämmer. I dag facklas biogas bort på grund av denna ”mismatch”. Inblandning av förnybar gas på gasnätet ger också en möjlighet att gradvis fasa in förnybar gas i takt med att produktionskapaciteten byggs. Samtidigt fungerar naturgasen som back-up och har samma reglerande verkan som vattenkraften har på elsidan. Biogas och naturgas står inte i motsatsförhållande till varandra, snarare är det tvärtom. Naturgasen bygger upp en gasmarknad och är med och tar kostnaden för en infrastruktur för gasformiga bränslen. Biogasen å andra sidan kan etablera sig där det inte är ekonomiskt försvarbart med ledningsbunden distribution och är på så viss med och bidrar till en utvidgning av den totala gasmarknaden.

Det finns fler positiva aspekter med inmatning av biogas, och i framtiden även gas från förgasning av biobränslen, på gasnätet. Ledningsbunden distribution innebär att gas kan levereras från produktionsplatsen till slutkund utan att vägnätet belastas. Detta är en stor fördel jämfört med distribution av flytande och fasta bränslen. För att få konkurrens är det viktigt att mer än en leverantör kan leverera gas till en lokal marknad. Via EU-direktivet om regler för en inre gasmarknad innebär ledningsbunden distribution att alla leverantörer inkopplade mot gasnätet kan leverera till samtliga kunder anslutna till gasnätet.

Slutligen är det värt att poängtera att det även finns synergieffekter mellan naturgas och fasta biobränslen. Genom att i en och samma kraftvärmeanläggning använda naturgas i en s.k. top-cycle och de fasta biobränslena i en bottoming-cycle kan el produceras med hög verkningsgrad och fördelarna med respektive bränsle utnyttjas optimalt.

REFERENSER

-
- ¹ Energigas och miljö. GasAkademinTM, Svenskt Gastekniskt Center AB, 2005.
 - ² Samordning av webbaserad insamling av data och produktionsstatistik från biogasanläggningar. Nationellt samverkansprojekt biogas i fordon. Svenska biogasföreningen, 2004.
 - ³ Erdgas & biogas – Alternative Kraftstoffe der Zukunft. Herbert Tretter. Energy 3|05, Zeitschrift der Österreichischen Energieagentur, 2005.
 - ⁴ Gengas – Dokument från en bister tid. Peter Haventon, 2005.
 - ⁵ El från nya anläggningar. Elforsk rapport nr 03:14, juni 2003.
 - ⁶ Energiläget i siffror 2004. ET 18:2004, Statens energimyndighet.
 - ⁷ Energiläget 2004. ET 17:2004, Statens energimyndighet
 - ⁸ Injection of biogas into the natural gas grid in Laholm, Sweden. IEA Bioenergy Task 37
 - ⁹ Europaparlamentets och rådets direktiv 2003/55/EG om gemensamma regler för den inre marknaden för naturgas och om upphävande av direktiv 98/30/EG.
 - ¹⁰ Biokraftstoffe. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), Tyskland, 2005.
 - ¹¹ Swedish biomass potentials from an energy perspective. Rolf Björheden, Växjö universitet, 2006.
 - ¹² Förnybar naturgas. SGC rapport 156. Svenskt Gastekniskt Center AB, 2005.
 - ¹³ Biogaspotential från organiska avfall i Sverige, M. Hagelberg, B.Mathiesen, L.Thyselius, JTI-rapport 90, 1988
 - ¹⁴ Producera biogas på gården. JTI rapport 107, 2004.
 - ¹⁵ Uppgradering och rening av biogas. Margareta Persson, Svenskt Gastekniskt Center AB, 2005.

Box 49134 | 100 29 Stockholm | Tel: 08-692 18 40 | Fax: 08-654 46 15
E-post: info@gasforeningen.se | www.gasforeningen.se



GASFÖRENINGEN