

KORTFATTAD  
FAKTABROSCHYR  
FRÅN SGC OM GAS

Här produceras årligen 25 000 MWh biometan – tillräckligt för att försörja 1 200–1 500 gasfordon med bränsle under ett år.

# Framställning av **gröna** gaser

© Svenskt Gastekniskt Center AB  
Svenskt Gastekniskt Center, Nordenskiöldsgatan 6, 211 19 MALMÖ,  
040–680 07 60, info@sgc.se, www.sgc.se

Text: Anna-Karin Jannasch och Tobias Persson, SGC  
Tryck: Lunds kommun, Serviceförvaltningen, Lund 2014  
Papper: MultiDesign Ivory 100 g/m<sup>2</sup>. Vårt val av papper är mycket medvetet. MultiDesign Ivory är tillverkat av Lessebo bruk AB i Småland. Pappersmassan utgörs av svensk granvedsråvara, förvaltd i enlighet med PEFC, som framstälts till massa med hjälp av en sur magnesiumbisulfidprocess följd av väterperoxidblekning (TCF). Pappret är fritt från optiska vitmedel (OBA), vilka oftast är fossilbase-erade. Inte heller är pappret bestruket med något icke-förnybart mineral. Papprets CIE-vithet är 60. Denna svaga gul-ton ger bästa möjliga läsbarhet och innebär jämfört med ett kritvitt papper en kostnadseffektivare produktion och en avsevärt lägre miljöpåverkan vid massablekningen.

*Omslagsbilden visar Söderåsens biogasanläggning på Wrams Gunnarstorps gods belägen utanför Bjuv. Foto: Tobias Persson.*

# Svenskt Gastekniskt Center

Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett spjutspetsföretag inom hållbar utveckling med ett nationellt uppdrag. Vi finns i Malmö och arbetar under devisen "*Catalyzing energygas development for sustainable solutions*". Företaget samordnar teknisk utveckling kring framställning, distribution och användning av energigaser samt sprider kunskap om ämnesområdet. Fokus ligger på förnybara gaser från rötning och termisk förgasning. Tillsammans med Energimyndigheten driver vi *Samverkansprogram Energigasteknik* där vi skapar möjligheter för energigaserna att bidra till ett hållbart samhälle.

SGC ger ut faktabroschyrer och publicerar resultat från forskningsprojekt i rapportserien SGC Rapport. Rapporter kan laddas ned gratis, men det är också möjligt att prenumerera på dem i pappersform. Broschyrerna går att beställa från SGC:s kansli. SGC ägs av EON Gas, Energigas Sverige, Swedegas, Göteborg Energi, Kraftringen (publ.) och Öresundskraft och är ett av omkring 100 cleantech-företag i Malmö och listat på Malmö Cleantech City:s hemsida.

Centralt för vår verksamhet är våra två fokusgrupper:

- Avfalls- och jordbruksbaserad biogasproduktion
- Storskalig gasförsörjning för drivmedels- och kraftproduktion

Fokusgrupperna träffas två gånger per år. Här utbyts erfarenheter mellan nyckelaktörer inom området. Samtidigt väcks idéer till nya projekt och idéer utifrån förädlas och formas. Fokusgrupperna är också basen för den viktiga omvärldsbevakningen som SGC bedriver. En annan viktig del i omvärldsbevakningen handlar om att representera Sverige och svenska intressen inom gasområdet i bl.a. International Energy Agency (IEA) och i den europeiska gasforskningsorganisationen GERG.

SGC anordnar årligen *SGC International Seminar on Gasification* för världens forskare och industrirepresentanter inom förgasningsområdet, det veckolånga sommaruniversitet *GasAkademin* för forskarstuderande och yrkesverksamma ingenjörer samt, i nära samarbete med ett flertal svenska lärosäten, den nationella gaskonferensen *Green Gas Research Outlook Sweden*.

# Innehåll

<b>Gröna gaser .....</b>	<b>6</b>
<b>Produktionsvägar för grön gas .....</b>	<b>7</b>
<b>Användningsområden.....</b>	<b>12</b>
<b>Produktionsanläggningar och kända demonstrationsprojekt .....</b>	<b>13</b>
<b>Klimatnytta.....</b>	<b>15</b>
<b>Framtida potential och kvarstående utmaningar.....</b>	<b>16</b>
<b>Nyckeltal .....</b>	<b>17</b>
<b>Begrepp och förkortningar .....</b>	<b>19</b>

# Den här broschyren

Den här broschyren är framtagen av SGC i samråd med fokusgrupp *Rötning* samt fokusgrupp *Förgasning och bränslesyntes*. Syftet med broschyren är att tillhandahålla objektiv, kortfattad och lättförståelig baskunskap kring framställning av gröna (förnybara) energigaser. Målgruppen är såväl aktörer inom energibranschen, beslutsfattare i olika positioner i samhället som intresserad allmänhet. Broschyren kan ses som en oberoende fortsättning på den handboksserie i åtta delar som SGC åren 2004–2011 publicerade under namnet *Gasakademin* samt som en uppdaterad version av broschyren *Basdata om*

*Biogas*, som utkom första gången 2006 och med en senast uppdaterad version 2012. Till skillnad mot broschyren *Basdata om Biogas* begränsas denna skrift inte enbart till information om biogas från rötning utan inkluderar även andra existerande produktionsvägar för gröna gaser såsom termisk förgasning, El-till-gas samt olika katalytiska bränslesynteser och tillhandahåller därmed en allmän kunskap om framställning av alla typer av gröna energigaser såsom biogas, grön vätgas, bio-DME, grön gasol, m.fl. (se definitioner av nämnda gaser under rubrik "Gröna gaser").

# Gröna gaser

*Vad är grön gas?* Idag pratar man i allmänhet om och delar upp våra bränslen som fossila respektive gröna bränslen beroende på om de har fossilt eller förnybart ursprung. På samma sätt pratar man om och skiljer på fossila respektive gröna gaser. Till skillnad mot de fossila gaserna så resulterar inte förbränningen av gröna gaser i något nettoutsläpp av koldioxid, och därmed, utifrån ett livscykelperspektiv, betydligt mindre till den globala växthuseffekten.

Det finns flera olika sorters gröna energigas. Den mest kända är biogas. Andra exempel är bio-dimetyleter (bio-DME) och grön vätgas. De gröna energigaserna kan inte bara användas utan också framställas på olika sätt. Vilken effektivitet, kostnad och klimatprestanda man i slutändan uppnår beror inte i första hand på vilken typ av grön gas man

väljer utan istället mer på vilken råvara man utgått ifrån och hur man därefter framställt, distribuerat och i slutändan också använt gasen. Olika lokala och regionala förutsättningar spelar också en viktig roll och kan gynna den ena eller den andra gasen.

Denna broschyr fokuserar på framställningen av biogas och biometan via rötning, förgasning eller El-till-gas, även om andra gröna gaser liksom vissa vätskebaserade slutprodukter härstammande från termisk förgasning också omnämns. När inget annat anges avser *biogas* den rågas som erhålls via rötning, medan *biometan* används som en allmän beteckning för en grön gas av naturgaskvalitet där framställningen kan ha skett via rötning, förgasning eller El-till-gas. Biometan från förgasning benämns även ofta *bio-SNG*, där SNG står för *syntetisk naturgas*.



Foto: Lasse Forsberg/Biogas Systems.

# Produktionsvägar för grön gas

Det finns i huvudsak fyra olika metoder för att producera gröna energigasar:

1. Syrefri nedbrytning av organiskt material med hjälp av mikroorganismer, s.k. rötning
2. Termisk förgasning av organiskt material
3. El-till-gas
4. Katalytisk nedbrytning av organiskt material (biofetter)

De olika metoderna kan också i vissa fall med fördel kombineras. Nedan följer beskrivningar om de olika tillvägagångssätten och deras aktuella status.

## RÖTNING OCH DEPONI

*Vad är och hur bildas biogas?* Biogas bildas när organiskt material bryts ner av mikroorganismer utan tillgång till syre, under s.k. *anaeroba förhållanden*. Biogas består i huvudsak av metan och koldioxid samt små mängder vatten och svavelväte. Biogas produceras dels i biogasanläggningar, där olika typer av organiskt material, s.k. *substrat*, rötas, och dels på deponier (soptippar). Biogas bildas också naturligt ute i skog och mark där det finns tillräckligt med organiskt material och där tillgången på syre är begränsad som i exempelvis våra våtmarker.

Biogas som framställs i en biogasanläggning kallas ibland för *rötgas*, medan biogas från en deponi vanligen går under namnet *deponigas* (ENGELSKA: Landfill gas – LFG). Vid en biogasanläggning sker biogasproduktionen i en *rötkammare*, där substratet behandlas i en syrefri miljö under 15–100 dagar, beroende på substrat och processtyp. I den vanligaste förekommande reaktortypen i Sverige, den kontinuerligt omrörda reaktorn (CSTR), sker rötningen vanligen vid 37 °C (mesofil rötning) eller vid 50–55 °C (termofil rötning). Nedbrytningen av

substratet sker i flera delsteg (hydrolys, jäsning, anaerob oxidation och metanbildning) och initieras genom att man ympar reaktorn med slurry från en befintlig anläggning. Gasutbytet och vilken sammansättning biogasen får beror på driftbetingelserna och dess inverkan på mikroorganismerna samt vilket eller vilka substrat man rötat. Biogasen från rötkammaren består vanligtvis av 50–70 volymprocent metan och resten koldioxid, medan deponigasens metanhalt vanligen är 35–65 volymprocent.

*Var och hur mycket biogas produceras i Sverige?* År 2012 fanns det 242 biogasanläggningar i Sverige, som totalt producerade 1,6 TWh biogas. Knappt hälften av gasen producerades i något av de 135 avloppsreningsverk, där biogas alltsedan 1930-talet har producerats, initialt med syftet att minska slammängderna. Nya biogasanläggningar byggs i huvudsak för rötning av matavfall och andra restprodukter (samrötning) och för rötning av avfall och grödor. Deponering av organiskt material förbjöds i Sverige den 1 januari 2005 och mängden biogas från deponier har sedan dess minskat.

Tabell 1. Produktion av biogas år 2012. Källa: Produktion och användning av biogas år 2012, Energigas Sverige, Energimyndigheten

Anläggningstyp	Antal	Energimängd biogas (GWh)
Avloppsreningsverk	135	660
Samröttningsanläggningar	21	507
Gårdsanläggningar	26	47
Industrialanläggningar	5	121
Deponier	55	254
<b>Summa</b>	<b>242</b>	<b>1 589</b>

*Måste biogasen renas innan användning eller kan den användas som den är?* Beroende på vad biogasen skall användas till kan den behöva renas. I de flesta fall vill man kunna ersätta fossil naturgas med biogas, vilket då kräver att man dels renar biogasen från olika föroreningar såsom svavel, partiklar, ammoniak och klor, och dels ökar gasens energiinnehåll genom att avlägsna koldioxid och vatten. Sådan rening kallas vanligtvis för *upptradering*. I Sverige upptraderas mer än hälften av den producerade biogasen. Det finns flera olika tekniker för upptradering, varav vattenskrubber, pressure swing absorption (PSA) och kemisk absorption är de vanligaste [källa: *SGC Rapport 2013:270 Biogas Upgrading – Review of Commercial Technologies, F. Bauer m. fl.*]. För att vidare kunna öka energiinnehållet per volymenhet gas och därmed effektivisera dess lagring och transport kan man också kondensera den upptraderade biogasen till flytande biogas (LBG).

*Vad är rötrest och hur kan den tas tillvara?* Vid rötning erhålls förutom biogas även en *rötrest*. Rötresten innehåller i stort sett all näring som från början fanns i substratet. För att ta tillvara dessa näringsämnen är det eftersträvt att rötresten används vid odling. Rötrest brukar användas som samlingsnamn för rötslam och biogödsel. *Rötslam* används som benämning för den rötrest som kommer ifrån avloppsreningsverk, medan *biogödsel* används för den rötrest som kommer från samröttningsanläggningar och gårdsanläggningar.

*Hur kontrolleras kvaliteten på rötresten?* För att säkerhetsställa innehåll och kvalitet på den rötrest som produceras och sprids som gödning på våra åkrar finns det i Sverige både lagar att följa samt frivilliga certifieringssystem att ta hjälp av. De lagar som är aktuella gäller rötslam och anger tak för halten farliga metallföreningar (tungmetaller) som sprids ut på åkrar (SFS 1998:944; SNFS 1998:4; SNFS 1994:2).

För att utveckla och systematisera reningsverkens uppströmsarbete finns certifieringssystemet REVAQ. Ungefär hälften av Sveriges avloppsvatten behandlades under 2012 av de REVAQ-certifierade verken och ca 24 % av all producerad rötslam användes som gödningsmedel. För biogödsel finns ett liknande certifieringssystem som heter SPCR 120 som är ett hjälpmedel för biogasanläggningen att kvalitetssäkra sin biogödsel. År 2012 var biogödsel från närmare 70 % av alla samröttningsanläggningar certifierade enligt SPCR120 samtidigt som nästintill 100 % av all producerad biogödsel spreds ut på åkrarna [källa: *Produktion och användning av biogas år 2012, Energigas Sverige, Energimyndigheten*].

## TERMISK FÖRGASNING OCH KATALYTISK BRÄNSLESYNTES

*Vad är termisk förgasning?* Termisk förgasning är en process vid vilken ett fast eller flytande organiskt material reagerar vid hög temperatur ( $T \approx 500 - 1400$  °C) med luft/syre/koldioxid/vattenånga och i olika blandningar däremellan. Luft eller syre används som oxidationsmedel (oftast en partiell förbränning av råmaterialet) för att skapa den värme som krävs för förgasningsreaktionerna. Materialet sönderdelas då till en gas (*syntesgas*) som består av varierande halter av kolmonoxid, koldioxid, vätgas, metan och tyngre kolväten. Sönderdelningen kan göras antingen vid atmosfärstryck eller under tryck. För vissa användningsområden kan den producerade gasen användas direkt, t.ex. vid förbränning i en gaspanna eller en ugn. För andra användningsområden, t.ex. användning som fordonsbränsle eller som insatsråvara till kemikalie- och plastindustrin, är det nödvändigt att först rena gasen från olika föroreningar såsom tjära, partiklar och svavel samt ändra gasens sammansättning via en eller flera katalytiska reaktioner. Dessutom måste gasen, i likhet med biogasen från röttningsanläggningen, vanligtvis upptraderas genom att koldioxid och vatten tas bort.

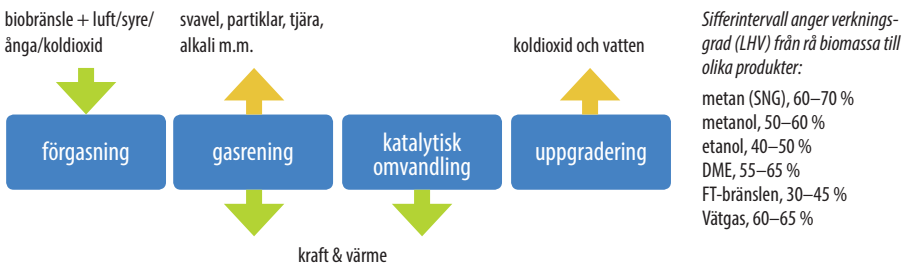




Göteborg Energis biogasanläggning i Sävsjö.  
Källa: Purac Puregas AB.

Beroende på parametrar såsom bränsletyp, önskad produkt samt anläggningsstorlek är olika förgasartyper och processbetingelser aktuella. Generellt

kan de ingående delstegen illustreras såsom visas i Figur 1. För detaljer om olika förgasningsprinciper och vad som skiljer dessa åt, se tabell 4.



Figur 1. Principskiss av de olika delsteg som ingår vid termisk förgasning av olika biobränslen och efterföljande vidareförädling till olika slutprodukter. Angivna verkningsgrader är baserade på bränslets lägre energiinnehåll (LHV). [Källa: Produktion av dagens och framtidens hållbara biodrivmedel, P. Börjesson m.fl., 2013, samt Realiserbar biogaspotential i Sverige år 2030 genom rotning och förgasning, S. Dahlgren m.fl., WSP, 2013]. Illustration: Anna-Karin Jannasch

*Vilken slutprodukt är lättast att tillverka?* Beroende på önskad slutprodukt ställs olika krav på syntesgasens renhet och sammansättning. Vissa slutprodukter kräver fler renings- och syntessteg som i sin tur kräver mer energi och ökar investeringskostnaden. Detta gör att utbyte och kostnad för framställning av olika slutprodukter kan skilja betydligt. Biometan eller bio-SNG är den slutprodukt som kan produceras med högst effektivitet, 60–70 %, med vätgas respektive DME tätt därefter (se Figur 1). Syntesvägen som används för framställning av biometan kallas för metanisering och är en katalytisk process där kolmonoxid får reagera med vätgas och tillsammans bilda metan. Både förgasning och syntessteg ger ett överskott av värme som dels kan användas i reningssteg och hjälpsystem, dels kan ge ett ekonomiskt tillskott om den levereras externt som ånga/fjärrvärme. På så sätt kan en total verkningsgrad på 80–90 % uppnås.

*Vilka bränslen kan förgasas?* Alla bränslen som innehåller grundämnet kol kan förgasas, såväl fossila som olika slags biobränslen och avfallsfraktioner. För produktion av grön gas krävs dock att någon slags biobränsle används som råvara såsom skogsavfall, annat biologiskt avfall, olika åkergrödor och jordbruksrester eller returlutar (svartlut), varav det sistnämnda är en procesström i en kemisk pappersmassafabrik. I Sverige, där det finns gott om skog, ligger den största bränslepotentialen för termisk förgasning i att använda olika former av lågvärdigt trädbränsle (skogsavfall), så kallad GROT (GRenar Och Toppar).

*Vad är status för förgasningstekniken?* Förgasning är allt annat än ny teknik och förgasning av fossila bränslen såsom kol och naturgas används i åtskilliga kommersiella anläggningar sedan början av 1930-talet, till en början med syftet att framställa syntetisk diesel eller gengas från kol. Förgasning av

biobränslen är heller inget nytt, men då biobränslen är betydligt mer heterogena, har högre vattenhalt och är svårare att finfördela än de fossila, medför förgasning av biobränslen generellt en betydligt större utmaning. Det pågår forskning och utveckling inom området sedan länge, både på nationell och internationell nivå, och många lovande resultat har också uppnåtts. Det finns idag kommersiella anläggningar som producerar el och värme med hjälp av gasmotorer eller som förser industriella processer med ett rent gasformigt bränsle. Det finns däremot ännu ingen fullskalig anläggning för kommersiell produktion av biodrivmedel, men flera större demonstrationsprojekt och pilotanläggningar är i drift eller kommer snart att tas i drift.

*Vad är skillnaden mellan förgasning, pyrolys respektive torrefiering och vad syftar respektive process till?* Pyrolys, även kallat torrdestillation, skiljer sig från förgasning i den bemärkelsen att upphettningen av materialet sker helt utan tillsats av något oxidationsmedium, d.v.s. syrefritt. Om pyrolysen sker vid låg temperatur ( $T \approx 200\text{--}300^\circ\text{C}$ ) kallas processen vanligtvis för torrefiering. Vid torrefieringen är den primära slutprodukten en fast återstod (grön koks) som är av högre energivärde än ursprungsråvaran, vilket i sin tur möjliggör effektivare bränsletransporter samt förenklar inmatning av biomassa i efterföljande processer som t.ex. förgasning. Om drifttemperaturen däremot är  $>300^\circ\text{C}$  benämns processen vanligtvis för enbart pyrolys och då erhålls även pyrolysoljor (tjärar) samt syntesgas som produkter. Samtliga pyrolysoljor kan användas som bränsle. Pyrolysoljan kan även utnyttjas som en icke-konventionell råolja, emedan den fasta återstoden kan utnyttjas i processer där rent kol efterfrågas, till exempel metallurgiska processer.

## EL-TILL-GAS

Vad är El-till-gas? El-till-gas innebär att el används för att sönderdela vatten till sina beståndsdelar vätgas och syrgas med hjälp av en *elektrolysör* [källa: *SGC Rapport 284 Power-to-Gas – System, teknik och ekonomi, Benjaminsson, m.fl., 2013*]. Konceptet får idag mycket uppmärksamhet då det möjliggör storskalig lagring av el i form av gas och kan därmed vara ett effektivt sätt för lagring av billig överskottsel från förnybar vind-, sol- eller vågkraft.

Om elen har förnybart ursprung blir även vätgasen från elektrolysen förnybar. Den gröna vätgasen kan användas direkt som det bränsle den är eller också kombineras och låtas reagera med koldioxid till metan via antingen *termokatalytisk metanisering* (s.k. *Sabatierreaktionen*) eller *biologisk metanisering*. Den metan som då bildas kan i sin tur t.ex. matas in på det nationella gasnätet. Koldioxiden kan hämtas från exempelvis en biogas- eller förgasningsanläggning med uppgradering eller från någon typ av förbränningsanläggning från vilken koldioxiden kan avskiljas ur rökgaserna. Även kalk- och cementindustrin förfogar över stora strömmar ren koldioxid. Verkningsgraden vid produktion av vätgas ligger idag omkring 60–65 % (beräknat från El-till-vätgas). Om däremot metan är den önskade produkten är verkningsgraden något lägre (50–55 %).

Vad är statusen för El-till-gas? Det finns idag omkring 30 pilotanläggningar för El-till-gas i Europa, antingen i drift eller under byggnation [källa: *DGC-Rapport: Global Screening of projects and technologies for Power-to-Gas and Bio-SNG, H. Iskov, m.fl., 2013*]. De är inriktade på vätgasproduktion, men det finns även några med biometan som slutprodukt. De olika anläggningarna syftar till att utreda konceptets potential utifrån både ett tekniskt och ekonomiskt perspektiv för olika geografiska platser. Det pågår parallellt också en hel del arbete med att utveckla befintligt och nya koncept för själva elektrolysen. Ingen kommersiell storskalig anläggning finns ännu i drift.

## GAS FRÅN BIOFETTER

Grön gas från biofetter – hur, vilka gaser och vad är status? Grön gas kan också produceras genom katalytisk sönderdelning av olika biofetter såsom bio-glycerol, som bl.a. är en biprodukt vid framställning av biodiesel (FAME). Ett exempel på en sådan grön gas är grön gasol (bio-LPG), en annan är grön etan. Grön gasol har exakt samma egenskaper som fossil gasol och kan därmed till fullo ersätta den senare inom både industri-, hushålls- och fritidssektorn. Tillverkningsprocessen är fortfarande under utveckling, men uppskattas kunna kommersialiseras inom ett par år [källa: *SGC Rapport 222 Green LPG, C. Hulteberg, m.fl., 2010*].

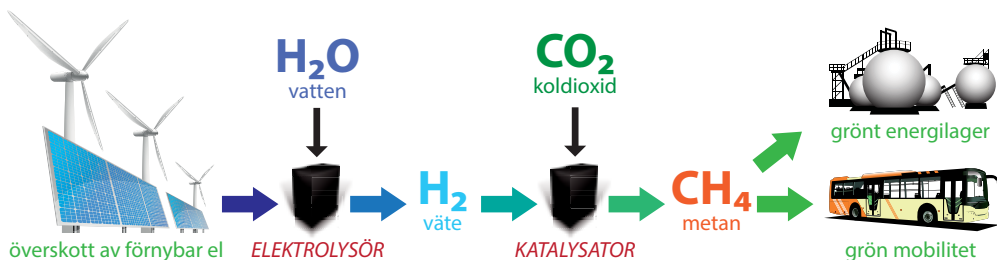
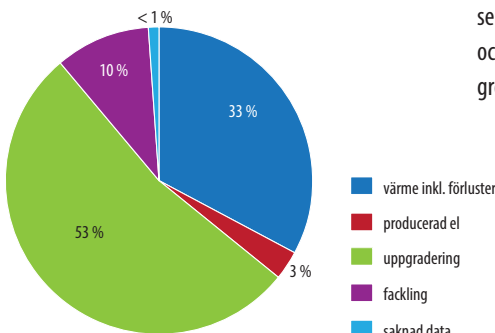


Illustration av El-till-gas. Illustration: Martin Ragnar.

# Användningsområden för gröna energigas

*Till vad används (de gröna) gaserna?* Gaser har ett brett användningsområde och kan ersätta olja och kol och användas som bränsle för väg- och sjötransporter, små- och storskalig kraft- och värmeproduktion och som insatsråvara inom exempelvis kemikalie- och plastindustrin. I praktiken varierar dock gasernas användningsområden stort från land till land, mycket beroende på vilka omständigheter som råder lokalt och regionalt vad gäller möjligheter till avsättning och distribution, m.m., men också i mångt och mycket beroende på de rådande ekonomiska stödssystemen. I Sverige står gasen (inkl. naturgas, gasol, biogas) för ca 3 % av den totala energimixen, motsvarande knappt 19 TWh (2012). Knappt 9 % av den gasen utgörs av grön gas, som i skrivandets stund uteslutande består av biogas från rötning och deponier, och vars fördelning mellan olika användningsområden år 2012 illustreras i Figur 2.



I Sverige används i stort sett all biometan som fordonsgas. Fordonsgas är antingen en blandning av naturgas och biometan, ren naturgas eller ren biometan som används som drivmedel. All den biometan som används som fordonsgas måste uppfylla kraven som ställs i Svensk Standard 15 54 38. Volymerna av såld fordonsgas liksom antal fordon som drivs med fordonsgas har ökat kraftigt under de senaste åren. I slutet av 2012 fanns det 138 publika tankställen för fordonsgas och ca 44 000 gasfordon i Sverige. Under 2012 såldes totalt 140 miljoner Nm<sup>3</sup> fordonsgas, ca 60 % av den gasen bestod då av biometan. Förgasningsanläggningar för produktion av biometan kan komma att kommersialiseras inom de närmaste åren och då snabbt öka mängden grön fordonsgas. Intresset för att använda biometan till transportsektorn bottenar i att det är inom detta användningsområde som störst betalningsvilja idag finns. Detta härstammar i sin tur från att transportsektorn är den mest fossilberoende sektorn i Sverige och genom att ersätta fossil bensin och diesel med grön gas kan således stora klimatvinster uppnås.

Figur 2. Biogasens fördelning mellan olika användningsområden år 2012 i Sverige.  
Källa: Produktion och användning av biogas år 2012, Energimyndigheten

# Produktionsanläggningar och demonstrationsprojekt för gröna gaser

*Vad görs i Sverige för att öka mängden grön gas i samhället?* Som ett led i att kunna öka andelen grön energi i det svenska samhället pågår det idag omfattande forskning och utveckling inom energi-omvandlingsområdet för framställning av gröna gaser. Sverige är världsledande inom ett flertal olika delområden som tillsammans öppnar upp för goda möjligheter till ökad framställning och användning av våra gröna gaser, såsom framställning av biogas från avfall, uppgradering av biogas till fordonsbränsle samt icke-ledningsbunden gasdistribution. Vi har dessutom världsledande leveransföretag för gröna gas-applikationer och ett flertal större kommersiella och pre-kommersiella anläggningar i drift. Några exempel på olika typer av befintliga biogasanläggningar är:

**1. LBG-anläggningen i Lidköping**, som är Sveriges största anläggning för produktion av flytande biogas (LBG) med en årlig produktionskapacitet på 60 GWh. Anläggningen togs i drift 2012 och ägs av Lidköping Biogas AB (Lidköpings kommun 10 %, Göteborg Energi 90 %).

**2. Västblekinge Miljö AB:s** unika biogasanläggning för s.k. torrrotning av avfall belägen i Mörrum och med en årlig produktionskapacitet på omkring 17 GWh biometan.

### 3. Nordvästra Skånes Renhållnings AB:s

(NSR) biogasanläggning i Helsingborg som är en av Sveriges största samrötningsanläggningar och som bl.a. har egen pipeline för distribution av biogödsel. NSR var också en av initiativtagarna till certifieringssystemet för biogödsel (SPCR 120).

Dessutom pågår uppförande av det som skall bli Sveriges största biogasanläggning med en årlig produktionskapacitet på ca 110 GWh – Jordberga biogasanläggning utanför Trelleborg. Anläggningen planeras för att driftsättas under 2014 och ska använda lokalt producerade energigrödor som råvara. Bakom anläggningen står bl.a. företagen Swedish Biogas International, EON Gas, Skånska Biobränslebolaget och Nordic Sugar.

De mest kända större befintliga förgasningsanläggningarna i Sverige är:

**1. Södra Cells barkförgasare** på Värö (35MW<sub>th</sub>) för produktion av gengas till brukets mesagn. Anläggningen togs i drift redan 1987, men kommer att tas ur drift under våren 2014 i samband med att befintlig mesagn ersätts av en ny.

**2. Göteborg Energis anläggning GoBiGas**, vilken är världens största befintliga demonstrationsanläggning för produktion av biometan (20 MW<sub>biometan</sub>), med start av inmatning av gas på transmissionsnätet under början av 2014.



*GoBiGas – Världens största demonstrationsanläggning för produktion av biometan.*

*Källa: Göteborg Energi AB. Foto: Rob Vanstone.*

**3. Demonstrationsanläggningen VVBGC** i Värnamo (18 MW<sub>th</sub>). Anläggningen var i drift 1994–2001 och 2008–2009, men står stilla sedan 2010 i avvaktan på nya initiativ från utvecklare.

**4. Chemrecs pilotanläggning** för svartlutsförgasning i Piteå (3 MW<sub>th</sub>) för framställning av bio-DME, sedan 2012 ägd av Luleå Tekniska Högskola.

Dessutom finns några långt framskridna planer på byggande av nya stora förgasningsanläggningar såsom GoBiGas etapp 2 (80–100 MW<sub>Biometan</sub>), EOn:s Bio-2G (200 MW<sub>Biometan</sub>) samt Värmlands Metanols fabrik i Hagfors (100 MW<sub>th</sub>).

# Klimatnyttan

*Hur stor klimatnytta innebär produktion och användning av gröna gaser?* Klimatnyttan för gröna jämfört med fossila gaser tillika andra fossila bränslen beror på ett flertal olika parametrar, såsom råvara/substrat, produktionsprocesser och hur gasen används. Den aktuella nyttan kan också variera utifrån lokalisering, produktionsvolym och över tid och är därför relativt svår att uttala sig generellt om. Det finns dock olika standardiserade beräkningsmetoder, såsom ISO-standard för livscykelanalys eller EU:s Renewable Energy Directive (RED), att ta till hjälp för att jämföra olika faktorer (t.ex. substratets/råvarans) inverkan på klimatprestandan för en och samma gas.

I Sverige, där gasernas användningsfokus är som drivmedel inom transportsektorn, anges klimatnyttan vanligtvis i jämförelse med fossila drivmedel (bensin, diesel). Beroende på vilken beräkningsmetod man använt fås något olika resultat. En klimatnytta på över 100 % för biometan är möjlig då ISO:s metod tillämpas till följd av att man då, i motsats till då RED tillämpas, inkluderar eventuella indirekta effekter såsom exempelvis det minskade behovet av mineralgödsel vid recirkulering av näringsämnen. Till följd av samma systemutvidgning erhålls också mycket stor klimatnytta för biometan som producerats från gödsel då detta medför minskade metan- och lustgasläckage jämfört med traditionell flytgödselhantering.

Tabell 2. Uppskattad klimatnytta då fossila drivmedel (bensin, diesel) ersätts med biometan, angivet som procentminskningen av växthusgasutsläpp.

Substrat / råvara	% enligt RED <sup>[1]</sup>	% enligt ISO <sup>[2]</sup>
Flytgödsel <sup>[3]</sup>	87	124
Avloppsslam <sup>[3]</sup>	82	85
Hushållsavfall <sup>[3]</sup>	89	103
Slakteriavfall <sup>[3]</sup>	90	119
Majs <sup>[3]</sup>	49	63
Betor <sup>[3]</sup>	60	74
Vete <sup>[3]</sup>	51	66
GROT <sup>[4]</sup>	95	-
Salix <sup>[4]</sup>	86	-

*Källa: Produktion av dagens och framtidens hållbara biodrivmedel, P Börjesson m.fl., 2013 [1] EUs Renewable Energy Directive (RED), som antar att utsläppen av växthusgaser fördelas mellan biodrivmedlet och ev. biprodukter. Ingen systemutvidgning inkluderas. [2] ISOs standard för livscykelanalys (ISO, 2006) inkl. systemutvidgning. [3] Producerat via rötning, [4] via termisk förgasning.*

*Kontrolleras klimatnyttan för grön fordonsgas?* För att bränslen såsom exempelvis biometan skall få betraktas som hållbara bränslen måste vissa krav uppfyllas enligt *Hållbarhetskriterierna* (SFS 2010:598). Denna lag, som grundar sig på EU:s förnybarhetsdirektiv (2009/28/EG), ställer exempelvis krav på att det förnybara bränslet ger minst 35 % lägre utsläpp av växthusgaser relativt fossila bränslen (50 % fr.o.m. 2017). Ett annat exempel på krav är att råvaran för bränslet inte produceras på vissa marker med hög biologisk mångfald och stora kollager. De

försäljningsföretag för biodrivmedel som kan visa att de uppfyller hållbarhetskriterierna erhåller i sin tur skattelättnader. För att underlätta för biogasbranschen att kartlägga och minska sina utsläpp av metan finns ett s.k. frivilligt åtagande som infördes av branschorganisationen Avfall Sverige 2007 [källa: <http://www.avfallsverige.se>].

2012 lade EU-kommissionen fram ett nytt förslag till en korrigerig av förnybarhetsdirektivet, det s.k. ILUC-förslaget (ILUC=Indirect Land Use Change). Förslaget innebär att man i framtiden vill begränsa

produktionen och användningen av grödbaserade biodrivmedel till att endast få utgöra högst 5 % av transportsektorns energianvändning. Förslaget är mycket omdiskuterat, men bottenar i den debatt och de studier som visat på att negativa klimateffekter kan erhållas om en ökad biodrivmedelsproduktion i ett land tränger undan befintlig livsmedelsproduktion till ett annat. I praktiken innebär förslaget att livsmedels- och fodergrödor för biodrivmedelsproduktion kommer att belastas med en viss ILUC-faktor från och med 1 januari 2021.

## Framtida potentialer och kvarstående utmaningar

Potentialen för gröna gaser tillika gröna bränslen är ett hett ämne som har utretts och diskuterats mycket på sistone, inte minst till följd av den utredning som pågått i landet med anledning av Sveriges vision om att uppnå en fossiloberoende fordonsflotta år 2030. Vad gäller den framtida produktionspotentialen för biogas/biometan har detta nyligen utretts och sammanställts i rapporten "Realiserbar biogaspotential i Sverige år 2030 genom rötning och förgasning"

[källa: *Realiserbar biogaspotential i Sverige år 2030 via rötning och förgasning*, S. Dahlgren m.fl., WSP, 2013]. Resultaten visar på att potentialen för år 2030 är allt från samma mängd som redan idag produceras (1–2 TWh) upp till 22 TWh, främst beroende på vilka ekonomiska styrmedel (energiskatt, metanreduceringsstöd, certifikat för förnybara drivmedel, m.fl.) som tills dess kommer att vara aktuella.



# Nyckeltal

Tabell 3. Typisk sammansättning och egenskaper för deponi-, biogas från rötningskammare (nedan benämmt som rötgas) samt naturgas. Värdena för naturgas gäller för dansk naturgas (89 % metan + högre kolväten).

		Deponigas	Rötgas	Naturgas	Bio-SNG
Undre värmevärde (LVH)	MJ/Nm <sup>3</sup>	14	23	40	34
	kWh/Nm <sup>3</sup>	4,0	6,5	11	9,5
Densitet	kg/Nm <sup>3</sup>	1,3	1,1	0,82	0,73
Relativ densitet	-	1,1	0,89	0,63	0,56
Undre Wobbeindex	MJ/Nm <sup>3</sup>	16	25	50	46
Metan	Vol-%	50	65	90	95
Tyngre kolväten	Vol-%	0	0	9	-
Koldioxid	Vol-%	13	34	0,7	0,5
Kolmonoxid		-	-	-	1,0
Kväve	Vol-%	30	1	0,3	2,0
Vätgas	Vol-%	-	-	-	2,0
Syre	Vol-%	7	-	-	-

Källa: SGC Rapport 209 Varierande gaskvalité – Litteraturstudie, C. Nelsson, 2011

Tabell 4. Sammanställning av olika förgasningsprinciper och reaktorer, inkluderande typiska värmevärden på producerad (torr) syntesgas vid tillämpning av olika oxidationsmedium.

Förgasning	Indirekt	Direkt		
		EF	CFB/FB	Fast bädd
Förgasartyp	CFB & FB	EF	CFB/FB	Fast bädd
Media i förgasare	Ånga	Luft/syre	Luft/syre	Luft/syre
Värmevärde (MJ/Nm <sup>3</sup> , LHV) <sup>1</sup>	10–15	4–6 (luftbläst), 8–14 (syrebläst)		

#### Förklaringar:

CFB – cirkulerande fluidbädd

FB – bubblande fluidbädd

EF – entrained flow (suspensions) förgasare

<sup>1</sup>Källa: Kalinci, Y., Hepbasli, A., Dincer, I., Biomass-based hydrogen production: A review and analysis, International Journal of Hydrogen energy, Vol. 34, 2009.

Den indirekta förgasaren har två fluidbäddar där en luftbläst förbränning sker i CFB-delen och en ångbläst förgasning sker i FB-delen. Bäddmaterial transporterar värme mellan de båda. I de direkta förgasarna sker ett slags förbränning (partiell oxidation) i själva förgasningsdelen och för detta används luft

eller ren syrgas beroende av om kväve kan tillåtas i syntesgasen. För produktion av biodrivmedel används indirekt förgasning eller direkt syrgasbläst förgasning eftersom kväveutspädning då undviks. Vid kraftvärmeproduktion används vanligen direkt luftbläst förgasning.

Tabell 5. Energiinnehåll (värmevärde) i biometan (uppgraderad enligt Svenskt standard 15 54 38) jämfört med naturgas, fordonsgas (LNG/LBG), bensen, m.fl., uttryckt per volymenhet och massenhet. Notera att siffrorna kan variera något beroende på aktuell sammansättning.

Drivmedel	Energiinnehåll [kWh], LHV
1 Nm <sup>3</sup> biometan (97 % metan)/1 kg biogas	9,67/12,9
1 Nm <sup>3</sup> naturgas/1 kg naturgas	11,0 /13,3
1 liter fordonsgas	5,8–6,6
1 liter bensen	8,94 (med 5 vol-% etanol) 9,10 (utan etanol)
1 liter diesel	9,80
1 liter E85	6,30 (sommar) 6,65 (vinter)

Källa: : [www.gasbilen.se](http://www.gasbilen.se); <http://spbi.se/faktadatabas/>

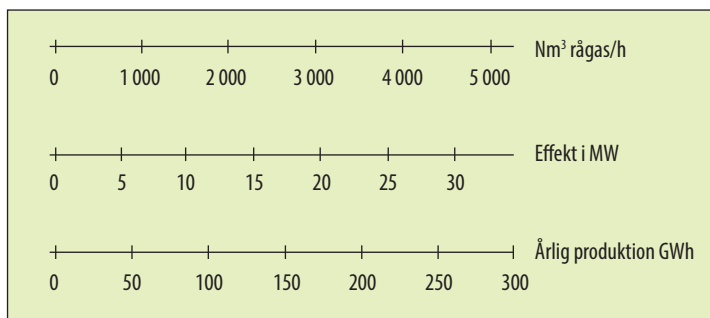
Tabell 6. Metans egenskaper

Egenskap	Värde
Densitet, gas	0,72 kg/m <sup>3</sup>
Relativ densitet	0,56
Densitet, flytande	423 kg/m <sup>3</sup>
Undre värmevärde	9,97 kWh/Nm <sup>3</sup>
Wobbeindex undre	13,3 kWh/Nm <sup>3</sup>
Brännbarhetsområde	4,4–16,5 %
Kokpunkt	–163 °C

Tabell 7. Omvandling mellan energienheter

Energi	kWh	MJ
1 kWh	1	3,6
1 MJ	0,278	1

Tabell 8. Omvandling mellan olika enheter som används vid kvantifiering av biogasproduktion. Beräknade för en metanhalt på 65 % i rågasen.



# Begrepp och förkortningar

**Anaerob:** Syrefri

**Biogas:** Gas erhållen vid rötning, mestadels bestående av metan och koldioxid.

**Biologisk metanisering:** Biokatalytisk reaktion mellan vätgas och koldioxid till metan.

**Biometan:** Metan framställd ur förnybar råvara antingen genom rötning eller förgasning/El-till-gas med efterföljande uppgradering och/eller metanisering.

**Bio-SNG:** Substitute Natural Gas, d.v.s. en gas av en kvalitet som kan ersätta naturgas. Förledet bio, indikerar att gasen framställts från förnybar råvara (biomassa).

**CSTR:** Continuously Stirred Tank Reactor. Kontinuerligt omrörd tankreaktor.

**Deponigas:** Biogas som produceras vid deponi.

**DME:** Dimetyleter. Gasformig gas som kan framställas från syntesgas.

**El-till-gas:** Elektrokemisk sönderdelning av vatten till vätgas och syrgas.

**Fluidiserande:** När fasta partiklar omvandlas från ett statiskt tillstånd (fast bädd) till ett dynamiskt fluid-liknande tillstånd.

**Fordonsgas:** Uppgraderad biogas eller naturgas eller blandningar däremellan som används som drivmedel till fordon.

**FT-bränslen:** Fischer Tropsch – bränslen. Vätskeformiga bränslen som kan framställas från syntesgas.

**Förgasning:** Termokemisk omvandling av organiskt material till syntesgas.

**GROT:** GRenar Och Toppar, lågvärdigt skogsavfall.

**ILUC:** Indirect Land Use Change. Indirekt förändrad markanvändning.

**LBG:** Liquefied BioGas. Vätskeformig biometan. Vid atmosfärstryck kondenserar metan vid  $-163^{\circ}\text{C}$ .

**LEL:** Lower Explosion Limit. Den undre brännbarhetsgränsen för en gas i luft.

**LHV:** Low Heating Value. Lägre (effektiva) energivärdet för ett bränsle.

**LPG:** Liquefied Petroleum Gas, vars svenska handelsnamn är Gasol.

**LNG:** Liquefied Natural Gas. Vätskeformig naturgas, se beskrivning av LBG.

**Mesofil:** Rötning vid ca  $37^{\circ}\text{C}$ .

**Metanisering:** Katalytisk reaktion mellan kolmonoxid/koldioxid och vätgas till metan.

**Metantal:** Beskriver gasens motstånd till knackning vid användning i förbränningsmotorer. Metan har per definition metantal 100 och koldioxid ökar metantalet.

**Nm<sup>3</sup>:** Normalkubikmeter. Volym vid normaltillstånd, det vill säga  $273,15\text{ K}$  ( $0^{\circ}\text{C}$ ) och  $1,01325\text{ bar}$  (atmosfärstryck).

**Organisk röttningsbelastning:** Mängd organiskt material som tillförs röttningskammaren per dygn.

**RED:** EU:s Renewable Energy Directive (Förnyelsedirektivet)

**Relativ densitet:** Gas densitet genom luftens densitet.

**Rötning:** Biokemisk syrefri nedbrytning av organiskt material till biogas.

**Sabatier-reaktion:** Katalytisk reaktion mellan vätgas och koldioxid till metan.

**Samrötning:** Samtidig rötning av olika typer av substrat.

**Slurry:** En suspension av partiklar i vätska.

**Syntesgas:** En gas bestående av mestadels vätgas, kolmonoxid och koldioxid producerad i förgasaren.

**Termofil:** Rötning vid  $50\text{--}60^{\circ}\text{C}$ .

**Tryckvattendaggpunkt:** Den temperatur vid ett visst tryck där vattenånga i gasen kondenserar.

**TS:** Torrsubstans. Det som återstår när vattnet torkats bort från ett material. Anges vanligtvis som procent av vätvikt.

**UEL:** Upper Explosion Limit. Den övre brännbarhetsgränsen för en gas i luft.

**Upphållstid:** Tid som substratet befinner sig i röttningskammaren.

**Uppgradering:** Rening och upphöjning av biogas till naturgaskvalité.

**Utröttningsgrad:** Anger, i procent, hur stor del av det organiska materialet som brutits ned och omsatts till biogas under en viss tid.

**Wobbeindex, W:** Definieras som värmevärdet genom roten ur den relativa densiteten. I likhet med värmevärde, finns ett övre och ett undre Wobbeindex.

**VS:** Volatile Solids. Organiskt innehåll, d.v.s. torrsubstans minus aska. Anges vanligtvis som procent av TS.

VÅRT NÄTVERK  
ÄR I VÄRLDSKLASS!

Små hightechföretag, akademier, konsultbolag,  
myndigheter, energibolag/aktieägare, internationella organ,  
branschforskningsorganisationer, internationella institut m.m.



SGC är ett spjutspetsföretag inom hållbar utveckling med ett nationellt uppdrag. Vi arbetar under devisen "Catalyzing energygas development for sustainable solutions". Vi samordnar branschgemensam utveckling kring framställning, distribution och användning av energigaser och sprider kunskap om energigaser. Fokus ligger på förnybara gaser från rötning och förgasning. Tillsammans med Energimyndigheten driver vi *Samverkansprogram Energigasteknik* och utvecklar där i projekt med industriella aktörer nya möjligheter för energigaserna att bidra till ett hållbart samhälle.