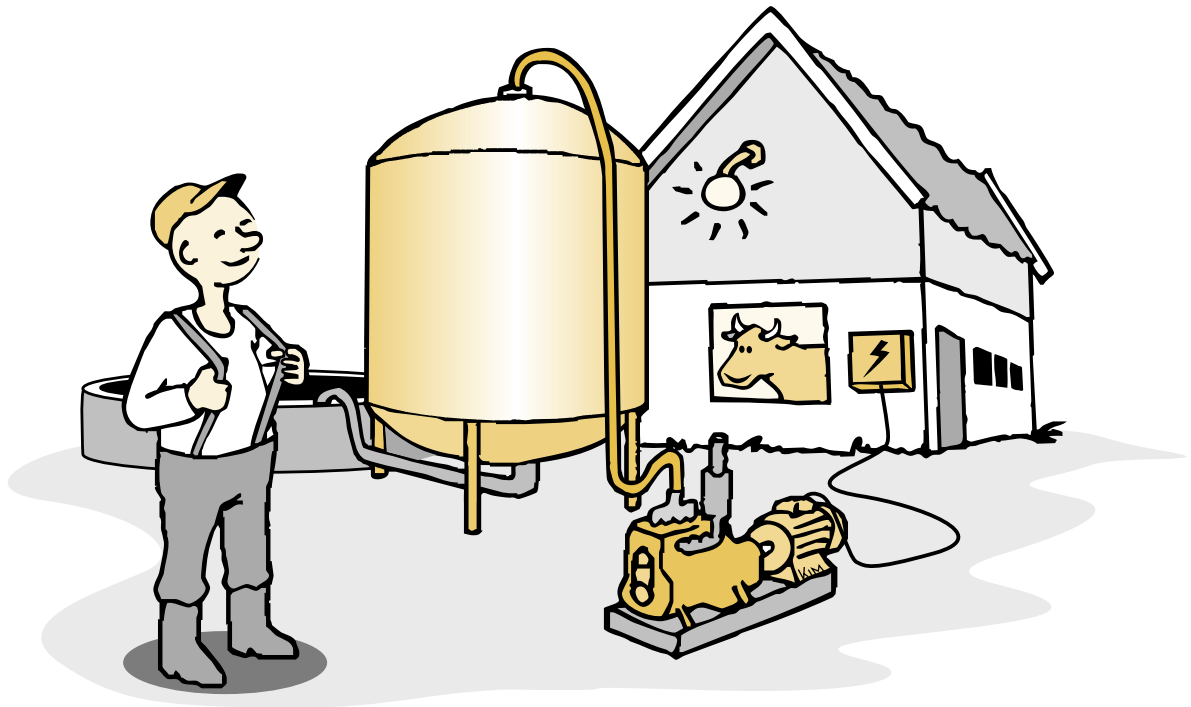


Producera biogas på gården

-gödsel, avfall och energigrödor blir värme och el

Mats Edström
Åke Nordberg



Producera biogas på gården

-gödsel, avfall och energigrödor blir värme och el

Med en gårdsbaserad biogasanläggning kan man bli självförsörjande när det gäller värme och el - kanske också med växtnäring. Inför en sådan investering bör man väga anläggningskostnader mot gårdens nuvarande energikostnader, men också överväga vilka råvaror som är lämpliga att röta. Energirika råvaror som vallgrödor, sockerbetor och matavfall kan öka anläggningens gasproduktion och därmed lönsamheten, och ge 2-3 gånger så mycket gas som rötning med enbart gödsel. Det finns i dag ett 10-tal gårdsbaserade biogasanläggningar i Sverige, varav ungefär hälften har uppförts de senaste åren.

Biogas i Sverige och utomlands

Sverige har under en lång period haft relativt låga priser på energi, vilket har gjort att det inte har funnits några ekonomiska motiv för lantbrukare att bygga gårdsbaserade biogasanläggningar. Det finns för närvarande inte heller något stöd från svenska staten som specifikt gynnar gårdsbaserad biogasproduktion, medan flera andra EU-länder som t ex Tyskland och Österrike ger investeringsstöd till detta. I vissa tyska delstater ges även räntestöd. Förklaringen till dessa skillnader ligger bl a i att man på kontinenten i högre grad än i Sverige använder fossila bränslen till elproduktion och vill styra bort ifrån dessa.

För att driva på utvecklingen av gårdsbaserad biogasproduktion har man i t ex Tysk-

land under en längre tid garanterat ett högt pris på biogasproducerad el som levereras ut på nätet. År 1998 låg detta pris på ca 70 öre/kWh, i dag har det stigit till ca 1 kr/kWh (se tabell 3). Dessutom har det i Tyskland nyligen införts ett bonussystem för el producerad från energigrödor.

Detta stöd har medfört att tillväxten av nya gårdsbaserade biogasanläggningar i Tyskland har varit mycket hög. För 10 år sedan fanns där ca 200 st, år 2004 beräknas antalet vara ca 2 500. Prognosen för 2005 är att det kommer att finnas ca 4 000 gårdsbaserade biogasanläggningar i Tyskland, vars gasmotorer för elproduktion har en samlad installerad eleffekt på över 900 MW. Detta motsvarar vad första reaktorn vid kärnkraft-

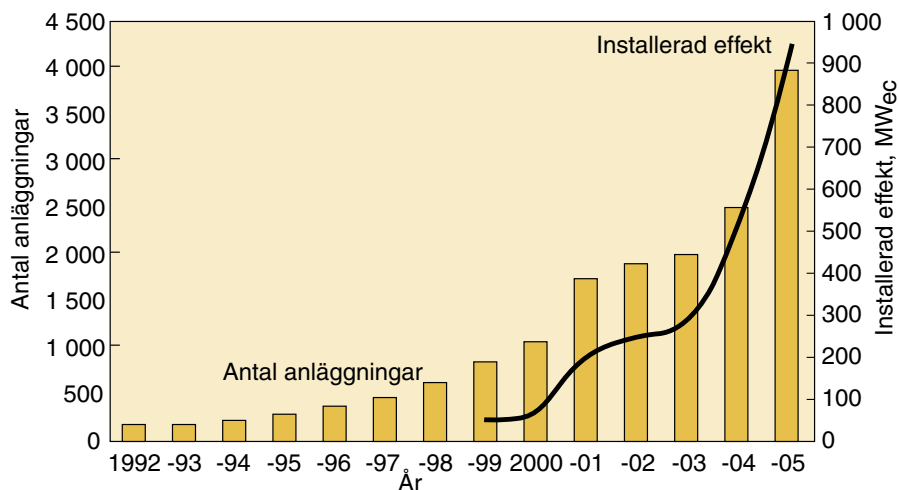


Bild 1. Tillväxten av gårdsbaserade biogasanläggningar i Tyskland.

verket vid Forsmark klarar av att producera.

I Sverige har införandet av sk elcertifikat visserligen medfört ett ökat intresse för biogasproduktion på gården, men priset på biogasproducerad el är idag betydligt mycket lägre i Sverige än i Tyskland. De skattelättnader som företag inom EU generellt har på energianvändning stimulerar inte heller utvecklingen av förnybara energikällor. För att öka lönsamheten på elproduktion från biogas, skulle ytterligare styrmedel mot förnybar energi behövas i Sverige.

Trots att de ekonomiska förutsättningarna kunde vara bättre, har det i Sverige under de senaste fyra åren uppförts en handfull gårdsanläggningar för biogasproduktion. Flertalet har uppförts vid Naturbruksgymnasier, där förutsättningarna för att få ekonomiska bidrag från staten har varit bättre än för enskilda gårdar.

Gårdens förutsättningar

Det första steget när det gäller att undersöka gårdens förutsättningar för biogasproduktion, innebär ofta att lantbrukaren beräknar hur stor mängd biogas som kan produceras på gården och vad detta skulle kosta. Produktionskostnaderna jämförs med vad det kostar att köpa motsvarande mängd el, olja eller att producera andra former av förnybar energi.

I ett andra steg brukar man se på möjlig-

heterna att sälja energi (el eller värme), röta andra biogassubstrat som energigrödor eller avfall, samarbeta med granngårdar för att tillsammans uppföra och driva en större biogasanläggning samt undersöka möjligheten att bli självförsörjande med växtnäring - och kanske lägga om driften till ekologisk odling.

Det tredje steget kan innebära att man beräknar vilka positiva miljöeffekter en biogasanläggning kan ge och om dessa miljöfördelar kan ge framtida ekonomiska fördelar.

Elcertifikat

Den 1 maj 2003 infördes ett elcertifikatsystem i Sverige. Det är en marknadsbaserad stödform som ska stimulera förnybar elproduktion via sol, vind, vatten och biobränsle. Genom dessa elcertifikat ges produktionen av el från förnybara energikällor två ekonomiska värden. Förutom det fysiska värdet av el - dvs priset per kWh som producenten kan ta ut - finns även ett tilläggsvärde i form av ett elcertifikat som bekräftar att elen har producerats av förnybara energikällor.

De producenter som levererar certifikatberättigad el får elcertifikat, som vid försäljning till en elleverantör ger ett tilläggsvärde. Kostnaderna för elcertifikaten tas ut i konsumentledet, i förhållande till elförbrukningen.

Rötningsprocessen

Framställning av biogas sker genom rötning, vilket innebär att organiskt material bryts ner av mikroorganismer i tättslutande, syrefria behållare som kallas röt-kammare. Den huvudsakliga beståndsdel i biogas är den

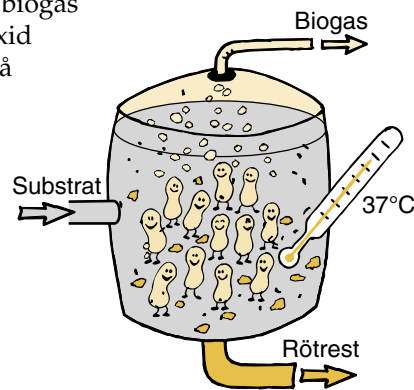
Temperaturområde	Temperatur, °C
Psykrofil	4-25
Mesofil	25-40
Termofil	50-60

Tabell 1. Rötningstemperatur. Rötning fungerar bäst inom områdena mesofil och termofil tempe-

brännbara gasen metan (50-70 volymprocent). Dessutom innehåller biogas 25-40 volymprocent koldioxid medan resten utgörs av små mängder av bl a vätgas, kvävgas, syrgas och svavelväte.

Även om mikroorganismerna kan producera biogas inom ett stort temperaturintervall, är de två vanligaste temperaturområdena mesofil och termofil temperatur enligt tabell 1.

Bakteriernas aktivitet beror på vid vilken temperatur nedbrytningsprocessen sker.



Processen går generellt snabbare vid högre temperaturer, men det är ofta ingen större skillnad på den biogasmängd som erhålls om bara processtemperaturen överstiger ca 30 °C. Vid rötning vid 25 °C eller lägre (psykrofila temperaturområdet) sjunker mängden biogas som kan utvinnas.

Bakterierna i en röttningsprocess genererar bara lite värme, därför måste rötkammaren värmas via en extern värmekälla upp till processtemperatur. Ofta används värme från förbränning av biogasen till detta.

Typ av process

Det finns många olika typer av röttningsprocesser, men den vanligaste processen är en skenstegs totalomblandad process. Den bygger på att innehållet i rötkammaren effektivt går att röra om så att sammansättningen och temperaturen är densamma i hela rötkammaren. Omblandning av rötkammaren sker oftast med en propelleromrörare.

Råvaror till rötning

Det är stor variation i gasutbyte mellan olika biogassubstrat (röttningsråvaror). Ett substrat som innehåller lite vatten och hög grad av organiskt lättnedbrytbart material, ger ett högt gasutbyte. På motsvarande sätt blir gasutbytet lågt om vatteninnehållet är högt och om det organiska materialet är svårnedbrytbart. I tabell 2 visas gasutbytet för några olika biogassubstrat.

Styrning av rötkammaren

I en biogasanläggning är parametrarna uppehållstid och rötkammarbelastning viktiga, se faktaruta. Vid mesofil rötningstemperatur är substratets uppehållstid oftast inte kortare än 15-20 dagar och belastningen kan vara ca

TS = substratets innehåll av torrsubstans, dvs det som blir kvar då materialets innehåll av vatten torkats bort

VS = organiskt innehåll, d v s torrsubstans - aska

Uppehållstid = den tid som substratet befinner sig i rötkammaren

Organisk rötkammarbelastning = anger hur mycket organiskt material som tillförs rötkammaren per dag

3 kg VS per m³ rötkammarvolym och dag. Dessa villkor gäller vid rötning av flytgödsel. Om man tillför råvaror med högre TS-halt, kan man öka belastningen. Då ökar uppehållstiden, men även gasproduktionen.

Vid termofil rötning går nedbrytningen betydligt snabbare än vid mesofil. Uppehållstiden i rötkammaren kan då minskas till 10-15 dagar och belastningen i princip fördubblas, vilket medför att det kan räcka med hälften så stor rötkammare.

Gasproduktion

Mängden biogas som produceras beror på vilka biogasubstrat och vilka kvantiteter som rötas. Enbart gödselrötning vid mesofil temperatur brukar inte ge mer än 1 m³ biogas per m³ rötkammarvolym och dag. Om däremot den blandning som rötas innehåller mer energirika lättnedbrytbara substrat som t ex vallgrödor, sockerbeter och matavfall, kan biogasproduktionen bli 2-3 m³ biogas per m³ rötkammarvolym och dag.

Råvaror	TS % av våtvikt	VS/TS % av TS	Metanproduktion m ³ /ton våtvikt	Nedbrytningsgrad % av VS
Nötflytgödsel	9	80	14	35
Svinflytgödsel	8	85	18	46
Vallgröda	30	90	81	64
Sockerbeta	25	95	64	93
Frukt- och grönsaksavfall	15	95	95	91

Tabell 2. Gasutbyte. Den ungefärliga mängd biogas som kan utvinnas med olika typer av biogassubstrat.

Biogasanläggningen på gården

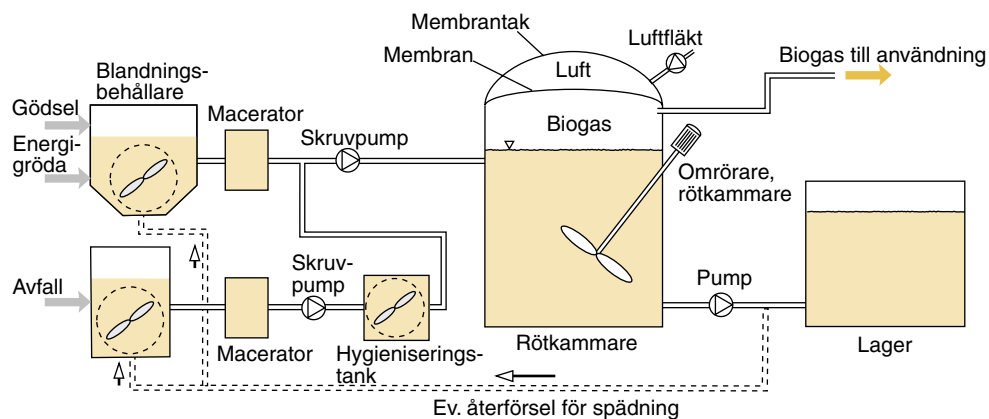


Bild 1. Schematisk beskrivning av en biogasanläggning. Avfall som kräver hygienisering förbehandlas i en egen linje tills värmebehandling genomförs.

En gårdsbaserad biogasanläggning består av ett antal komponenter (bild 1). De vanligaste presenteras nedan.

Behållare, där man dels kan blanda och eventuellt sönderdela fasta substrat till en pumpbar lösning, dels lagra substratblandningar inför några dagars drift av röt-kammaren (bild 2).

Röt-kammare, där biogas utvinns ur olika typer av substrat. Röt-kammaren ska vara en gastät isolerad behållare (bild 3). Den ska också vara försedd med ett system för omblandning och uppvärmning. Substratet pumpas oftast in i röt-kammaren. Det färdig-rötade materialet lämnar röt-kammaren antingen via pumpning eller via bräddavlopp till lagret för rötrest.

System för behandling av biogas. Utfällt kondensvatten i rörledningar ska avlägsnas. Vid kraftvärmeproduktion måste oftast mängden svavelväte i biogasen minskas. Genom att föra in luft i röt-kammaren motsvarande 3-5 % av biogasproduktionen (bild 4), kan man få en svavelvätereduktion på upp till 95 %.

Lager för rötat material, inför spridning på åkermark. Lagret kan utformas som ett flyt-gödsellager.



Bild 2. Behållare. Fasta och flytande substrat blandas här till en pumpbar lösning.



Bild 3. Gas i taket. Röt-kammaren på Hagavik gård har ett dubbelmembrantak där biogas kan lagras. Till höger syns en teknikcontainer som innehåller pump, macerator, gaspanna och styrdator. Framför röt-kammaren ligger den runda blandnings-behållaren. Ställningen på vänstra delen av röt-kammaren fixerar röt-kammarens omrörare.

Lager för producerad biogas.

Lagervolymen brukar oftast vara mindre än vad som motsvarar ett dygns biogasproduktion. Detta lager kan både vara integrerat i rötammaren eller i rötrestlagret, alternativt vara en fristående enhet.

Förbränningsutrustning för biogas, antingen för värme- eller kraftvärmeproduktion.

Pastörisering

Om anläggningen rötar avfall kan det också krävas utrustning för att pastörisera avfallet vid 70 °C under en timme före rötning (bild 5).

Behov av sönderdelning

Vid rötning av substrat som är fiberrikt eller som innehåller större partiklar, kan det finnas behov av utrustning för att sönderdela det, t ex om energigröda eller halmrik fastgödsel ska rötas. Fasta fiberrika substrat kan malas eller hackas om det är staplingsbart. Pumpbara substrat kan sönderdelas med skärande pumpar (bild 6).

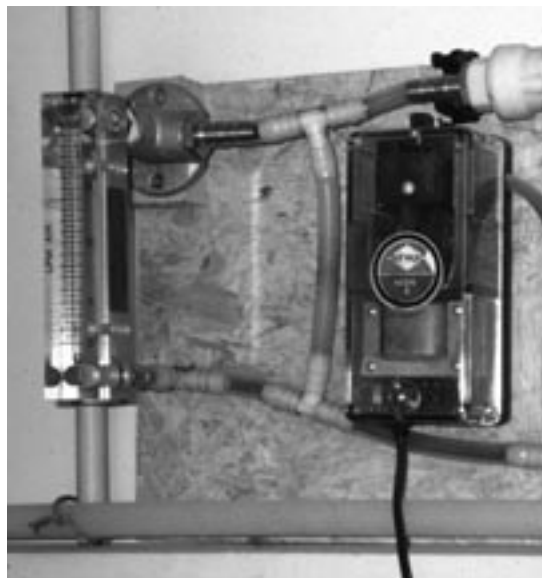


Bild 4. Luftpump som tillför rötammaren lite luft för att minska biogasens innehåll av svavelväte.



Bild 5. Hygieniseringstank på Nynäs gård. Värmebehandlingen sker satsvis vid 70°C.



Bild 6. Sönderdelning. En sk macerator har öppnats. Här kan fiberrikt substrat sönderdelas. I bilden syns den skärande kniven och dess hålskiva.

Användning av biogas

Det som ligger närmast till hands, är att använda biogasen till att producera värme för att täcka gårdens behov av uppvärmning. I själva verket producerar en gårdsanläggning utslaget över året oftast betydligt mycket mer gas än en gård behöver till värme. Under den varma årstiden minskar dessutom gårdens energibehov kraftigt, medan biogasproduktionen är relativt konstant över året. Därför kan det vara av ekonomiskt intresse att undersöka möjligheten att producera elektricitet av gasen, dels för egen användning dels för att sälja ett eventuellt överskott till elnätet.

Vid elproduktion genereras dock också mycket värme som det ibland inte går att finna någon avsättning för på gården. För att producera el krävs dessutom större investeringar - gasmotorer för elproduktion är dyra och underhållskostnaden hög - även om gasen oftast räcker för att göra en gård självförsörjande med både värme och el.

Värmeproduktion

I en gaspanna är brännaren specialanpassad för gas. Generellt sett är verkningsgraden för gaseldade pannor högre än för oljeeldade p g a att sotbildningen är mindre och rökgastemperaturen kan hållas lägre samt att olja måste förångas före förbränning.

Produktion av el och värme

Elgenerering sker nästan uteslutande med kolmotorer som drivs enligt diesel- eller ottoprocessen. Det börjar dock komma alternativ som stirlingmotorer, och det finns utvecklingsprojekt med mikroturbiner och bränsleceller i t ex Tyskland.

Dieselmotorer

Små kraftvärmeanläggningar vid tyska biogasanläggningar använder i dag s k dual-fuelmotorer, vilket är konventionella dieselmotorer som körs på både biogas och diesel (bild 7). Motorn startas på enbart diesel, sedan kan den gå till 90-95 % på biogas. P g a deras långa livslängd används stationära industri-, lastbils- och traktormotorer. De har relativt hög mekanisk verkningsgrad p g a sin höga kompression. Den enda modifiering

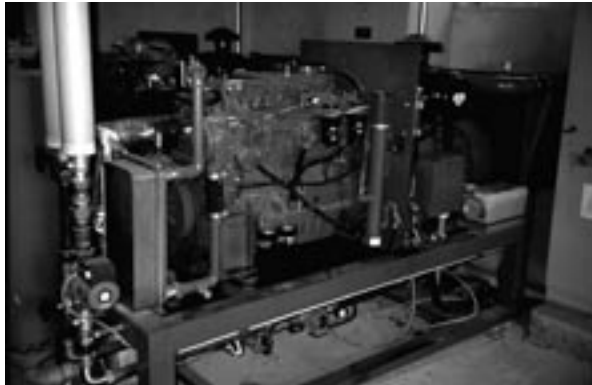


Bild 7. Dual-fuelmotor för el och värmeproduktion.

av en dieselmotor som behövs för att köra den på biogas, är monteringen av en gas-luftblandare. Elverkningsgraden ligger på 30-39 %.

Ottomotorer

Vid småskalig elproduktion användes tidigare ofta modifierade Fiatmotorer, s k Totem-aggregat. De är i dag ovanliga eftersom deras höga varvtal på ca 3 000 varv/min



Bild 8. Uppgradering av biogas till fordonsbränsle på Nynäs gård. Biogasens innehåll av koldioxid minskar m h a en vattenskrubber

Det effektiva värmevärdet för ren metan är 35,3 MJ/m³ eller 9,8 kWh/m³, (gäller vid normaltryck och 0 °C), vilket motsvarar energinnehållet i en liter olja.

gjorde att de slets ut snabbt. Elverkningsgraden för små bensinmotorer ligger i allmänhet på 22-25 % och värmeverkningsgraden kring 50 % om avgaserna kyls. Totalt ger det en verkningsgrad kring 70-75 %. Dessa motorer har i Tyskland nästan helt ersatts av dual-fuelmotorer.

Vid stora biogasflöden används fortfarande oftast ottomotorer med en elverkningsgrad på 34-40 % (motorernas effekt är ofta större än 1 MWel, det finns dock motorer från 100 kW el och uppåt).

Användning som drivmedel till fordon

Biogas kan även användas för att driva for-

don. För detta krävs att merparten av biogasens innehåll av koldioxid avskiljs. De krav som ställs på gasen om den ska användas som fordonsbränsle är att den innehåller minst 97 % metan. Vid användning av renad biogas som drivmedel, används bränsletankar i fordonet som fylls till ett gastryck på ca 200 bar. Denna teknik finns i dag vid ett 10-tal storskaliga biogasproducerande anläggningar i Sverige, t ex i Linköping, Uppsala och Kristianstad. Vid Nynäs gård i Södermanland finns en gårdsanläggning som konverterar biogas till drivmedel (bild 8).

Ekonomiska förutsättningar

Investeringsbehovet för en gårdsanläggning är starkt beroende av de lokala förutsättningarna och val av anläggningstyp. Om lantbrukaren kan genomföra delar av installationen själv kan de externa kostnaderna minskas.

Tyskland

I en tysk rapport om gårdsbaserad biogasproduktion redovisas investeringskostnaderna för sex olika modellanläggningar med röt-kammarvolymerna på 420-3 000 m³ till ca 2-10 miljoner kr, se bild 9. Dessa anläggningar samrotar framför allt gödsel och energigrödor som majs och ibland vallgröda. I något fall tillförs även avfall. De mindre anläggningarna använder en dual-fuelmotor för elproduktion medan de två största använder ottomotorer.

För närvarande garanteras lantbrukare ett pris på ca 1 kr/kWh för biogasproducerad el som levereras ut på nätet. Man har även infört garanterad bonus på elpriset

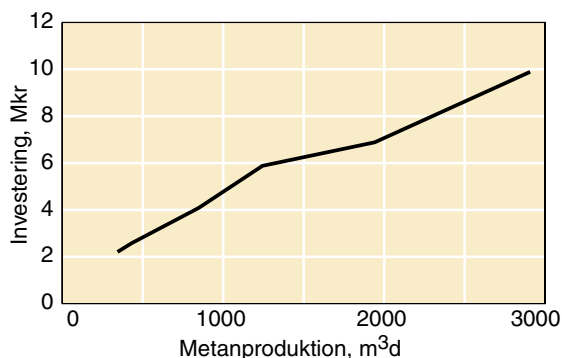


Bild 9. Tyska investeringskostnader för gårdsanläggningar. Investering i förhållande till metanproduktion, inklusive anläggningskostnaderna för kraftvärmeproduktion.

dels om elen produceras från energigrödor, dels om system för energiomvandlingen och värmeutnyttjandet effektiviseras, dvs om lantbrukaren kan ta till vara den värme som alstras vid elproduktionen (se tabell 3).

Tabell 3. Bra betalt i Tyskland. Med tyska statens stöd kan lantbrukaren få 1,91 kr/kWh för el från gårdsanläggningar vid leverans ut till nätet (gäller om motorernas effekter är mindre än 150 kW).

Kurs i Euro = 8,9 SEK.

* Extra bonus ges om specialteknik, t ex bränsleceller, används vid elproduktionen.

Betalning till lantbrukare i Tyskland för levererad el producerad med biogas	Pris kr/kWh el
Garanterat baspris	1,02
Tillägg vid elproduktion via rötning av energigrödor	0,52
Tillägg vid utnyttjande av värme alstrad vid elproduktion	0,18
Teknologibonus*	0,18
Summa max betalning	1,91

Sverige

I Sverige har det under de senaste åren byggts en handfull gårdsanläggningar. För att exemplifiera investeringsbehovet för svenska förhållanden, redovisas i tabell 4 anläggningsdata från två nybyggda gårdsanläggningar (Hagavik i Skåne och Nynäs i Södermanland). Dessa anläggningar är fortfarande i en uppbyggnadsfas och har inte ännu uppnått den i tabellen angivna gasproduktionen.

Värdet av den elektricitet som produceras vid en gårdsbaserad biogasanläggning varierar, beroende på om den används på gården eller om den säljs ut på elnätet. Elektricitet som har producerats av biogas är en biobränslebaserad produktionsform och omfattas därmed av elcertifikat (se faktaruta sid 3). Elcertifikaten motsvarar under 2004 ungefär 23 öre/kWh elektricitet. Vid gårdsanvändning av den producerade elektriciteten kan även värdet av minskad nätkostnad tillgodoses, se tabell 5, vilket gör att egen användning av producerad elektricitet totalt kan värderas till ca 70 öre/kWh.

Vid leverans ut på nätet uppkommer en förhandlingssituation om prissättningen på elektriciteten mellan lantbrukaren och ägaren

av nätet. Uppskattningsvis ligger detta pris på 20 - 35 öre/kWh. Inklusiv ersättningen för elcertifikat, kan elektricitet levererad ut på nätet inbringa 40 - 55 öre/kWh.

I tabell 5 redovisas användarens energipriser - dels privatpersoners dels lantbruksföretagares (efter återbetalning av skatt) - för elektricitet, eldningsolja och diesel.

	Hagavik	Nynäs
Rötkammarvolym (m ³)	500	350
Substratmängd (ton/år)	1 900	1 700
Beräknad biogasproduktion (m ³ /dag)	600	350
Investering, total (milj kr)	ca 2,6	5,0*
Bidrag (milj kr)	0,6	2,5

Tabell 4. Biogasanläggningar i Sverige. Fakta om de gårdsbaserade biogasanläggningar som byggs vid Nynäs och Hagavik.

*) Av denna investering har ca 1,5 M kr använts dels till en anläggning för att konvertera biogas till drivmedelkvalitet dels till att ställa om tre fordon på gården för gasdrift.

Priser för privatpersoner resp lantbruksföretag	Energislag		
	El ^{1) 2)}	EOI ³⁾	Diesel ³⁾
Grundkostnad för privatpersoner och lantbruksföretag (kr/kWh)	0,356	0,359	0,349
Energi- och CO ₂ -skatt & certifikat, läggs på privatpersoners elpris (kr/kWh)	0,280	0,338	0,372
Totalt pris privatpersoner	0,636	0,697	0,721
Totalt pris lantbruksföretag inkl skattereduktion (kr/kWh)	0,382	0,415	0,404

Tabell 5. Svenska energipriser för användare exklusive moms. Priserna för elektricitet, eldningsolja I och diesel i Sverige varierar beroende på om man är privatperson eller driver lantbruk. Lantbruksföretagen får skattereduktion, som varierar beroende på energislag, vilket påverkar lantbruksföretagets totala pris.

¹⁾ Fast elpris, Vattenfall, januari 2005.

²⁾ Priset är exkl nätkostnad på ca 0,15 SEK/kWh och exkl moms.

³⁾ Priser på eldningsolja I (EOI) och Citydiesel, Shell, januari 2005.

Ett svenskt exempel

Inför uppförandet av Hagaviksanläggningen beräknades gasproduktionen vid full drift kunna vara ca 600 m³/dag (motsvarar 1 300 MWh biogas/år). Denna produktion innebär självförsörjning av värme och el. Dessutom beräknades ett årligt överskott av el på ca 400 MWh och av värme på ca 500 MWh.

Baserat på de förutsättningar som anges i tabell 4 skulle priset på den producerade nettoenergin för gårdsanläggningen vid Hagavik behöva vara i storleksordningen 40 öre per kWh för att anläggningens drift- och kapitalkostnader skulle balanseras mot

energiintäkterna. Denna kalkyl inkluderar investeringsbidraget.

Utöver det beräknade priset på nettoenergin tillkommer en rad förväntade effekter för anläggningen vid Hagavik av huvudsakligen positiv, men även negativ, karaktär.

Ekonomin för den beskrivna gården Hagavik skulle kunna förbättras på ett påtagligt sätt om gasproduktionen dubblerades genom att mer substrat rötades utan att några större investeringar behövde göras. Detta förutsätter dock att lantbrukaren kan få av-sättning för den producerade biogasen.

Positiva effekter	Negativa effekter
Lantbrukaren vid Hagavik bedriver ekologisk odling och tar växtnäring från biogasanläggningens rötrest. Han odlar 25 % sockerbetor, 25 % vârvete, 25 % råg och 25 % grüngödsling via kvävefixerande grödor. Lantbrukaren bedömer att spannmålsskördarna med biogas-anläggningens hjälp ökar med 40 - 50 %.	Kostnader för spridning av rötrest.
Avfall som rötas vid anläggningen kan ge behandlingsintäkter.	Kostnader för att skörda och ensilera den kvävefixerande grödan liksom betblasten som rötas.
Lantbrukaren kan få fler betalda arbetstimmar för att driva biogasanläggningen.	
Biogasen kan ge miljövinster. Den beräknade årsproduktionen kan minska CO ₂ -utsläppen med ca 340 ton/år.	
Odling av energigrödor ger bidrag.	

Slutsatser

I Sverige byggs i dag i genomsnitt en ny gårdsanläggning per år. De jordbrukare som har satsat på gårdsbaserade biogasanläggningar i Sverige uppger att de har gjort detta av energi- och växtnäringsskäl. Koppling till ekologisk produktion finns ofta, eftersom rötning av vallgrödor medger ett effektivare växtnäringssutnyttjande än grüngödsling samt större möjlighet att styra gårdens tillgängliga växtnäring.

Vid gårdsanläggningar rötas normalt huvudsakligen flytgödsel. Genom att tillföra röt-kammaren mer energirika substrat som

exempelvis olika slags energigrödor kan gasproduktionen ökas betydligt, vilket leder till förbättrad anläggningsekonomi.

Höga energipriser har medfört att tillväxten av nya gårdsbaserade biogasanläggningar i Tyskland har varit mycket hög. Under 2004 beräknas antalet vara ca 2 500 och tillväxttakten bedöms för närvarande vara upp mot 1 500 nya anläggningar per år.

Värdet på gårdsproducerad biogas bedöms fortfarande vara allt för låg i Sverige för att det här ska ske en tillväxt av gårdsanläggningar motsvarande den i Tyskland.

Länkar och litteratur

Länkar

Energimyndigheten	www.stem.se
Svenska Biogasföreningen	www.sbgf.org
Svenska Kraftnät	www.svk.se
Tyska biogasföreningen (Fachverband Biogas e.V.)	www.biogas.org

Litteratur

Edström M., Nordberg Å. & Ringmar A. 2005. Utvärdering av gårdsbaserad biogasanläggning på Hagavik. JTI-rapport Kretslopp & Avfall nr 31. JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Uppsala.

Gustavsson M. & Ellegård M. 2004. Stommens biogasanläggning. JTI-rapport Kretslopp & Avfall nr 30. JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Uppsala.

Handreichung. 2004. Biogasgewinnung und -nutzung. ISBN 3-00-014333-5. Institut für Energetik Umwelt gGmbH. Leipzig. Deutschland.

Jarvis Å. 2004. BIOGAS. Svenska Biogasföreningen. Stockholm.

Lantz M. 2004. Gårdsbaserad produktion av biogas för kraftvärme - ekonomi och teknik. Lunds tekniska högskola, institutionen för teknik och samhälle, avdelningen för miljö- och teknik. Lund. Sverige.

Nilsson S. 2000. Gårdsbaserad biogas på Plönninge naturbruksgymnasium. JTI-rapport Kretslopp & Avfall nr 20. JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Uppsala.

Nordberg Å. & Edström M. 1997. Optimering av biogasprocess för lantbruksrelaterade biomassor. JTI-rapport Kretslopp & Avfall nr 11. Jordbrukstekniska institutet. Uppsala. Sverige.

Schulz H. 1996. Biogaspraxis - Grundlagen Planung Anlagenbau Beispiele. Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg. Tyskland.



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

är ett industriforskningsinstitut som forskar, utvecklar och informerar inom områdena jordbruks- och miljöteknik samt arbetsmaskiner. Vårt arbete ger dig bättre besluts-underlag, stärkt konkurrenskraft och klokare hushållning med naturresurserna.

Vi publicerar regelbundet notiser på vår webbplats om aktuell forskning och utveckling vid JTI. Du får notiserna hemskickade gratis om du anmäler dig på www.jti.slu.se

På webbplatsen finns även publikationer som kan läsas och laddas hem gratis, t ex:

- JTI informerar, som kortfattat beskriver ny teknik, nya rön och nya metoder inom jordbruk och miljö (4-5 teman/år).
- JTI-rapporter, som är vetenskapliga sammanställningar över olika projekt.

Samtliga publikationer kan beställas i tryckt form. JTI-rapporterna och JTI informerar kan beställas som lösnummer. Du kan också prenumerera på JTI informerar:

För trycksaksbeställningar, prenumerationsärenden m m, kontakta vår publikationstjänst (SLU Service Publikationer):

tel: 018 - 67 11 00, fax: 018 - 67 35 00

e-post: bestallning@jti.slu.se

JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Box 7033, 750 07 UPPSALA

vx: 018 - 30 33 00, fax: 018 - 30 09 56

Besöksadress: Ultunaallén 4

www.jti.slu.se

© JTI, 2004. Citera oss gärna, men ange källan!

Ansvarig utgivare: Lennart Nelson

Text: Carina Johansson

Foto: Mats Edström

Grafisk form och illustrationer: Kim Gutekunst

ISSN 1651-7407