

Bæredygtig biogasproduktion

Håndbog for økologiske landmænd



Forfattere

Florian Gerlach, Beatrice Grieb, Uli Zerger (FiBL)

Med bidrag fra

Wolfgang Baaske, Mirosław Baściuk, Liliana Gamba, Fernando García, Martin Geisthardt, Carlos Hasenpusch, Anja Haupt, Frank Hofmann, Volker Jaensch, Antje Kölling, Lone Klit Malm, María José Pérez Gay, Agnieszka Puzio, Borislav Sandov, Albena Simenova, Michael Tersbøl, Steven Trogisch, Ulf Weddige, Anna Wilińska

Redaktion

Julia Meier, Frank Wörner (FiBL)

Publiseret af

FiBL Projekte GmbH, Postfach 90 01 63, 60486 Frankfurt am Main, Tyskland

Phone: +49 69 7137699-0, Fax: +49 69 7137699-9, E-Mail: info.deutschland@fibl.org

Rettighederne tilhører projektet. Ingen dele af denne bog må gengives i nogen som helst form, til kommercielt brug, uden skriftlig tilladelse fra udgiveren. Redaktionen garanterer ikke, at indholdet i håndbogen er korrekt eller komplet.

Denne håndbog er udarbejdet som en del af SUSTAININGAS-projektet. Den engelske version af håndbogen blev oversat til bulgarsk, dansk, fransk, tysk, polsk og spansk. For hver sprogudgave er kapitel 8 "yderligere information" tilpasset dette land.

Trykte versioner af denne publikation kan erhverves uden omkostninger hos de enkelte partnerinstitutioner (se indersiden af omslaget bagerst i bogen). Elektroniske versioner af håndbogen kan downloades som PDF-fil på www.sustaingas.eu.

November 2013

Indhold

1 Økologisk biogas – overvej det!	4
2 Generelt om biogasproduktion	5
3 Hvad er økologisk biogas?	8
Beskrivelse af økologisk biogas	8
Hvad mener landmændene?	8
Biogasregler i det økologiske landbrug	9
Biogaskoncepter i økologisk landbrug	12
4 Økologisk biogasproduktion i EU	14
5 Hvorfor økologisk biogas?	17
Flere fødevarer med økologisk biogas?	17
Bedre økonomi med økologisk biogas?	20
Økologisk biogas – bedre for miljøet?	22
6 Bedste praksis	28
7 At komme igang	32
Første trin	32
Biomasseforsyning	38
Biogasproduktion	42
Brug af biogas	43
Brug af afgasset gylle	46
Effektivitet	47
8 Yderligere information	49

1 Økologisk biogas – overvej det!

Passer biogasproduktion sammen med ideen om økologisk Landbrug og med principperne om naturlig recirkuleringsøkonomi? Kan økologisk landbrug og biogasproduktion forenes og skabe mere bæredygtighed og mere succes? Dette hæfte giver nogle svar på komplekse emner, samt information til landmænd og andre, der er interesseret i økologisk biogas.

Økologisk Landbrug og vedvarende energiproduktion på baggrund af biomasser fra landbruget er i udvikling både politisk, og på grund af bæredygtigheden. Økologisk biogasproduktion, baseret på landbrugsjord, kombinerer begge koncepter, og det kan have en supplerende positiv synergieffekt.

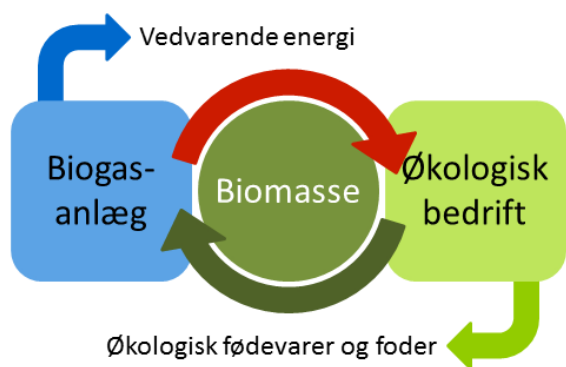


Figure 1: Integration af biogasproduktion i det økologiske landbrug. Kilde: Tersbøl M., og Malm L. (2013): Financial Performance of Organic Biogas Production. SUSTAINGAS Report D 3.1, online på www.sustaingas.eu/strategy.html.

For at vise hvorfor biogasproduktion på økologiske bedrifter er værd at overveje for landmænd, politikere og de der er interesseret i bæredygtighed, er her en liste, der giver et indtryk af fordelene:

- Vedvarende energiproduktion
- Klimabeskyttelse
- Konkurrerer ikke med fødevarer, når der anvendes bælplanter, efterafgrøder, afklip fra naturpleje, rester og biprodukter som biomasse
- Lukket næringsstofcyklus

- Forbedret sædskifte og sædskiftesystem
- Biogasgylle som en mobil og fleksibel gødning
- Øget høstudbytte og forbedret kvalitet
- Alternativ indkomstkilde
- Selvforsynende med energi

Denne håndbog fokuserer specielt på biogasproduktion, som er integreret med økologisk landbrug. Anaerob fermentering og basisteknologien er den samme for alle typer biogasproduktion, dog vil biomassen, der anvendes ofte være anderledes. Derfor er der behov for anderledes metoder både i bearbejdningen af biomassen og i biogasteknologien for økologisk biogasproduktion. Derudover har biogasproduktion meget større betydning for dyrkning af afgrøder i det økologiske landbrug end i konventionelt landbrug, hvilket betyder en anderledes tilgang til økonomien, som for økologer omfatter hele bedriften.

Efter at have gennemgået nogle mere generelle spørgsmål i de første fem kapitler, vil denne guide om økologisk biogasproduktion give konkrete eksempler og praktiske anvisninger. Efter denne introduktion (kapitel 1), beskrives den grundlæggende viden om biogasproduktion helt generelt i kapitel 2. Kapitel 3 forklarer, hvad der gør biogasproduktion i det økologiske landbrug forskellig fra andre systemer, hvorimod kapitel 4 skitserer situationen i nogle europæiske lande. Hvorfor økologisk biogas er værdifuld for både miljøet og for landmanden forklares i kapitel 5, efterfulgt af eksempler på, hvordan andre har etableret biogasproduktion på deres økologiske bedrift i kapitel 6. Kapitel 7 gennemgår, hvordan man etablerer et biogasanlæg. To servicesider i kapitel 8 giver links til kilder og kontakter med yderligere information.

Økologisk biogasproduktion kombinerer vedvarende energiproduktion med økologisk landbrug. Begge dele er vigtige koncepter i forhold til en bæredygtig udvikling.

2 Generelt om biogasproduktion

Dette kapitel skitserer nogle grundlæggende ting omkring landbrugsmæssig biogasproduktion.

Teksten hjælper læseren med at forstå de særlige forhold omkring biogasproduktion i det økologiske landbrug, der beskrives i de efterfølgende kapitler.¹

Indholdet i biogas

Biogas er en brændbar blanding af gasser produceret ved en naturlig forgæring af våd biomasse under iltfri forhold (*anaerob nedbrydning/fermentering*). Den vigtigste brændbare komponent *metan* udgør omkring 50 til 75 volumen procent (Vol.-%). Andre stoffer, der er tilstede i biogassen er kuldioxid, svovlbrinte, ilt og vanddamp (Tabel 1). Biogasdannelse sker naturligt i vådområder, når organisk materiale nedbrydes af anaerobe mikroorganismer til den såkaldte "sumpgas".

Tabel 1: Indholdet i biogas (gennemsnitlige tal)

Stof	Formel	Koncentration
Metan	CH ₄	50-75 Vol.-%
Kuldioxid	CO ₂	25-45 Vol.-%
Vanddamp	H ₂ O	2-7 Vol.-%
Svovlbrinte	H ₂ S	0,002-2 Vol.-%
Nitrogen	N ₂	< 2 Vol.-%
Ammoniak	NH ₃	< 1 Vol.-%
Hydrogen	H ₂	< 1 Vol.-%
Sporgasser		< 2 Vol.-%

Kilde: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (2009): Basisdaten Bioenergie Deutschland. FNR, Gülzow-Prüzen, s. 35.

Processen

For at danne biogas skal forskellige mikroorganismer, med forskellige krav til det miljø

de lever i, være aktive i fire på hinanden følgende stadier:

Hydrolyse: Mikroorganismer udskiller enzymer til nedbrydning af organisk materiale som f.eks. kulhydrater, fedtstoffer og nucleinsyrer til mindre enheder som glykose, glycerol, puriner og pyridiner.

Syredannelse: Forgæringsbakterier nedbryder produkterne fra hydrolysen yderligere til acetat, kuldioxid, brint og flygtige fedtsyrer.

Acetatdannelse: Flygtige fedtsyrer og alkoholer oxideres til acetat, brint og kuldioxid, før der dannes metan. Denne proces er tæt forbundet med metandannelsen.

Metandannelse: Specialiserede encellede mikroorganismer (archaea) producerer metan ud fra acetat, brint og kuldioxid. Dette er det langsomste trin i processen og påvirkes i høj grad af driftsbetingelser som biomasse, indfødningshastighed, temperatur og pH.

Biomassen

I princippet kan mange forskellige typer biomasse bruges til biogasproduktion. I landbrugsrelaterede biogasanlæg kan inputmaterialet eller *biomassen*, der anvendes være:

- Frisk eller ensileret plantemateriale (f.eks. majs, græs, korn, sukkerroer eller kløvergræs)
- Husdyrgødning (f.eks. gylle eller dybstrøelse)
- Rester fra landbrugs- eller fødevareproduktion (f.eks. foderrester, kornrester, valle, glycerin, halm²)
- Affald (f.eks. organisk husholdningsaffald)

Den teknologiske og mikrobiologiske kapacitet for anlægget, tilgængeligheden af biomasser,

¹ For en mere omfattende introduktion til biogas i landbruget, se litteraturen, der er nævnt i kapitlet "Yderligere information".

² Halm har et højt biogaspotentiale men bruges sjældent som biogassubstrat, da det kræver tilstrækkelig forbehandling/nedbrydning for at opnå effektiv forgæring.

lovgivningsmæssige forhold og driftslederens strategi har betydning for valget af biomasse.

Teknologien

Afhængig af biomassetypen, indføres det i anlægget ved at pumpe flydende eller pumpbar biomasse, og/eller ved at indføre det med eksempelvis en *indfødningsenhed*, der indeholder en snekke. De fleste biogasanlæg kører som en næsten kontinuerlig proces. Flere gange om dagen indføres biomasse i reaktortanken, og en tilsvarende mængde forgæst biomasse forlader anlægget i den anden ende.

Som det ses af figur 2, er den centrale del af biogasanlægget en eller to gastætte reaktorer, som kaldes *fermenter* eller *reaktortank*. Her bliver biomasse opvarmet og omrørt i flere uger, ved 37 °C eller mere, for at skabe den mikrobiologiske aktivitet, der er nødvendig for biogasproduktion. Alle delreaktioner af biogasdannelsen sker som regel i den samme reaktor, nogle anlæg giver dog ekstra plads til *hydrolysen*.



Figur 2: Gerald Schulz (til højre) driver et 650 ha økologisk landbrug i Stahlbrode/Tyskland. På trods af afbrydelser i starten af hans biogasanlægs produktion, er han overbevist om effekten af Walter Danner's (til venstre) konstruktion med separat hydrolyse ved høje temperaturer. Foto: F. Gerlach, FiBL.

Den biogas, der er udviklet i fermenteringsprocessen, stiger op til overfladen af biomassen – hjulpet på vej af regelmæssig omrøring og/eller opblanding. Biogassen samler sig over

biomassen. Den lagres i fleksible lavtryks *gaslagre* i toppen af reaktortanken eller i et eksternt gaslager.

Efter en *opholdstid* på adskillige uger – fra mindre end 20 dage for specialiserede gylleanlæg til mere end 100 dage for fuldstændig omdannelse af materialer, der er rige på lignin – er biomassen blevet omdannet til *forgæret biomasse*, en smattet, brun blanding med et tørstofindhold, der er betragteligt lavere end den oprindelige biomasse.

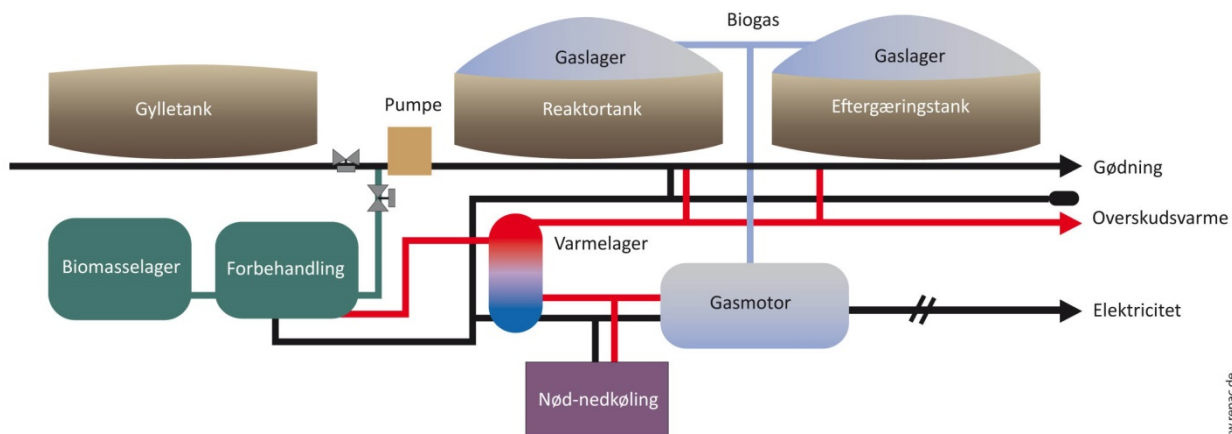
Den afgassede gylle pumpes i lagertanke, indtil det skal bruges som gødning. Til udbringning bruger landmændene de maskiner, der kendes fra gylleudbringning. Det forgærede biomasse indeholder næsten alle de næringsstoffer, der var i det oprindelige input materiale. Kun en lille mængde svovl og kvælstof bliver til komponenter i biogassen eller mistes til emission. Der er plantetilgængeligt kvælstof i den afgassede gylle, med et højt indhold af ammonium.

Biogassen renses – normalt skal sulfider og fugt fjernes – og pumpes hen, hvor det skal bruges. De fleste biogasanlæg bruger biogas til produktion af elektricitet til det offentlige elnet og varme til lokal brug i en kombineret kraftvarmehenhed (*Combined Heat and Power* (CHP) units). Det er gasmotorer, der ligner skibsmotorer med en generator, der omdanner motorens mekaniske kraft til elektricitet. Den brugbare del af varmeenergien, der produceres ved processen, svarer til eller er større end mængden af elektrisk energi. Omkring 5 til 15 % af den dannede elektricitet og 10 til 20 % af varmen kan ikke udnyttes, da den er nødvendig for processen i og driften af biogasanlægget.

Der eksisterer et stor antal variationer og tilføjelser til standardprocessen, som tages i brug ved specielle biomasser og andre særlige omstændigheder. F.eks. kan reaktortanken have form som en garage, der fyldes direkte med en læs eller traktor i batches, en såkaldt "*tørfermentering*", når der anvendes faste, stabelfare biomasser. For biomasser, der er rige på lignocellulose, som f.eks. græs, halm eller bælgeplanter, er der specielt nyttige tilføjelser til "*vådfermenteringssystemet*", som er metoder til at *nedbryde biomassen* – også kaldet forbehandling – dels for at øge hastigheden af de mikrobiologiske

processer og dels for at øge biogasudbyttet. For meget ligninholdige materialer som halm, er det kun

muligt at opnå et tilstrækkeligt biogasudbytte med forbehandling af biomassen.



© www.renac.de

Figure 3: Principperne for funktion af et biogassystem. Illustration: RENAC.

3 Hvad er økologisk biogas?

Ved første øjekast er biogasproduktion i det økologiske Landbrug ikke meget anderledes end anden biogasproduktion i landbruget. Biomasse forgæres for at producere energi; afgasset gylle bruges som økologisk gødning på markerne. Ved nærmere eftersyn viser det sig dog, at økologisk biogasproduktion har et højere potentiale i forhold til bæredygtighed og synergier med processer i det økologiske landbrugssystem.

Imens effekterne svinger meget i forskellige projekter viser sammenhængene, strukturerne og effekterne af økologisk biogasproduktion generelt en stærk synergieffekt og samspil med økologisk planteavl og husdyrbrug.

Beskrivelse af økologisk biogas

På baggrund af litteraturstudier og samtaler med økologiske landmænd samt andre eksperter har SUSTAIN GAS teamet udledt nogle væsentlige punkter, der beskriver økologisk biogas:

- Biomasse, der bruges til biogasdannelse, stammer hovedsagligt fra *økologisk landbrug*, økologisk fødevarerproduktion og materiale fra naturpleje. Biomasse fra det konventionelle landbrug er begrænset.
- *Biomassetyperne* omfatter hovedsagligt efterafgrøder, rester fra husdyrproduktion eller fra produktion af afgrøder, materiale fra beskyttede områder og/eller ikke forurenede biologiske rester fra fødevarerproduktion eller husholdningsaffald (dvs. fri for GMO og problematiske niveauer af tungmetaller).
- Brugen af *energi afgrøder* som biomasse er begrænset, eftersom økologisk biogas sigter efter at have positiv indflydelse på fødevarerproduktion ved at undgå konkurrence om landbrugsjorden.

- *Afgasset gylle* bruges som en økologisk gødning i økologiske bedrifters egen næringsstofcyklus. Økologisk biogasproduktion ønsker at øge frugtbarheden af jorden i det økologiske landbrugssystem.
- En sikker og effektiv proces med en *lav emission*, specielt hvad angår metan, er yderst vigtig for bæredygtigheden.
- Det forventes, at der er positiv effekt på *vandkvalitet, naturbevarelse og biodiversitet*.

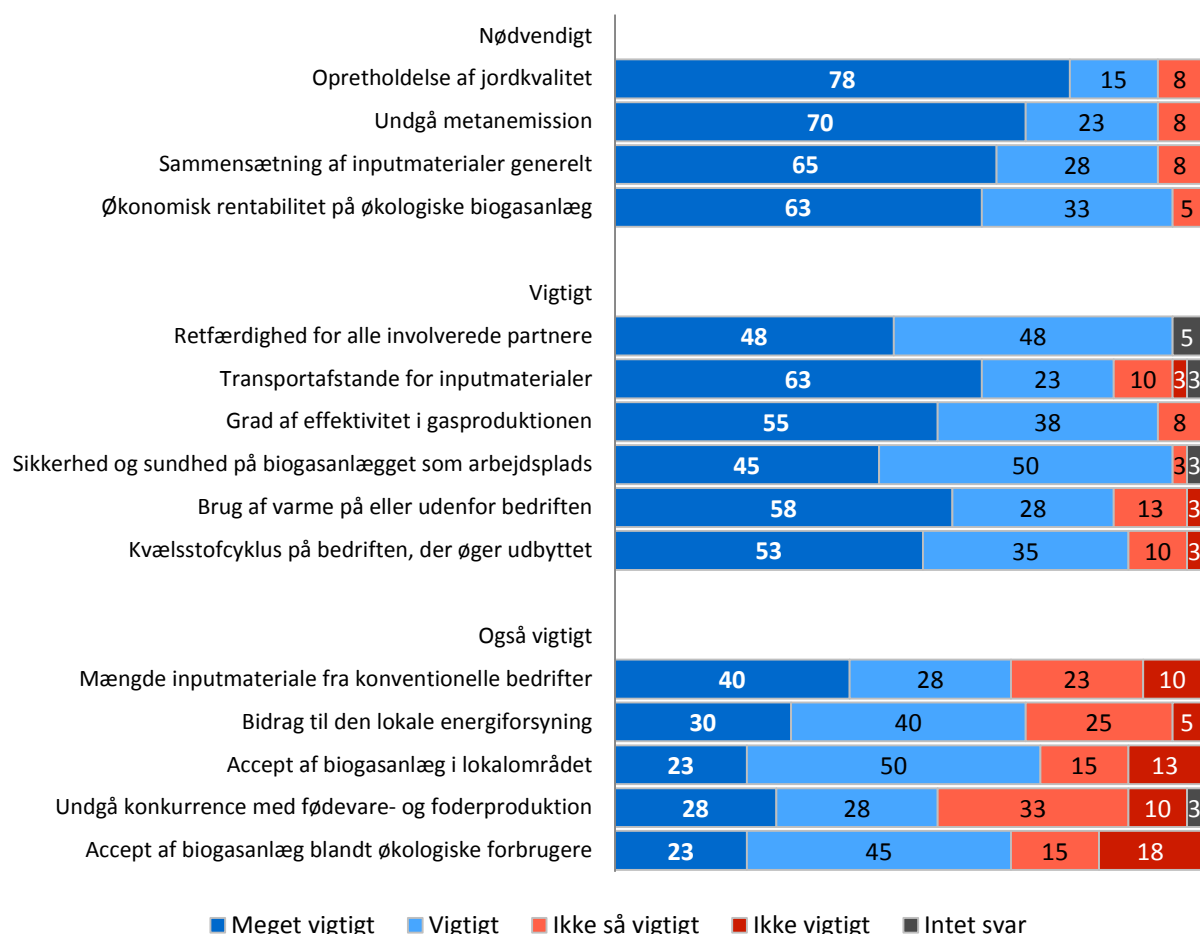
Hvad mener landmændene?

I en SUSTAIN GAS-undersøgelse blev økologiske landmænd, med og uden biogasanlæg, spurgt, hvad de mener er vigtigt for, at et biogasanlæg på en økologisk bedrift er bæredygtigt.

For de fleste landmænd var følgende aspekter afgørende: *Opretholdelse af jordkvalitet, undgå metanudslip, sammensætningen af inputmaterialer og økonomisk rentabilitet. Andre vigtige emner omfattede fair play for alle involverede parter, sikkerheds- og sundhedsspørgsmål, og effektiviteten af gasproduktionen (se Figur 4).*

Mens alle disse emner uden tvivl er relevante for en bæredygtig biogasproduktion, er der nogle aspekter – som oprindelsen og arten af biomasserne – der er tæt forbundet til landbrugssystemet (økologisk eller konventionelt), hvorimod for andre faktorer – f.eks. sikkerheds- og sundhedsaspekter – er typen af landbrugssystem mindre relevant.

Hvad er vigtigt for et biogasanlæg på en økologisk bedrift for, at det er bæredygtigt?



Figur 4: Spørgsmål omkring bæredygtig økologisk biogasproduktion. Resultater fra samtaler med 40 økologiske landmænd med biogasanlæg eller med planer om et anlæg i seks EU-lande. Efter: Baaske W., og Lancaster B. (2013): Produktbeskrivelse af bæredygtig økologisk biogas. SUSTAININGAS Rapport D2.1, online på www.sustainingas.eu/demands.html.

Biogasregler i det økologiske landbrug

Hvad er minimumskraverne til biogas i økologisk Landbrug? Mens indirekte EU-regler gælder mht. oprindelsen af den anvendte biomasse, har nogle organisationer for økologiske landmænd udviklet specielle regler for deres medlemmer.

EU-reglerne om økologisk landbrug – de grundlæggende regler for alle økologiske landmænd i den Europæiske Union – giver nogle indirekte

kriterier for biogasproduktion på økologiske bedrifter med forpligtigelse til at minimere brugen af ikke-fornybare ressourcer og en liste over substanser, det er tilladt at bruge som gødning.

EU-gruppen *the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM)* som er paraplyorganisation for nationale foreninger af økologiske landmænd, tester i øjeblikket hos sine medlemmer en testversion af SUSTAININGAS-standarder for bæredygtig biogasproduktion i økologisk landbrug. Teststandarderne omfatter følgende anbefalinger:

- *Målsætninger:* Biogasproduktion skal give indkomstmuligheder for bedriften og passe til bedriftens socio-økonomiske sammenhæng. Det skal bidrage til den samlede bæredygtighed på bedriften og til principperne om retfærdighed, sundhed, økologi og omtanke. Det skal forbedre næringsstofgenanvendelse og reducere emission af drivhusgasser. Det må ikke have en negative effect på landskabet og biodiversiteten.
- *Biomassekilder:* Konkurrence med fødevarerproduktion skal undgås; størstedelen af biomasseinput er rester fra landbrugsproduktionen og plantemateriale fra naturpleje. Brugen af biomasse fra det konventionelle landbrug bør være begrænset og fremadrettet mindskes. Der bør bruges biomasse fra lokalområdet. Reglerne omkring gødning og de input bedriften modtager som fastsat i de økologiske regler (Forordning (EF) Nr. 834/2007 and (EF) Nr. 889/2008) skal følges.
- *Forgæringsrest som gødning:* Der er fokus på bæredygtig jordfrugtbarhed i det økologiske landbrug, derfor skal afgasset gylle primært bruges på egen bedrift. Hvis der importeres biomasse til bedriften udefra, kan denne regel ændres i forhold til dette. EU og national lovgivning (f.eks. gødningsbestemmelser, hygiejneregler, nitratudirektiver) anvendes.
- *Energieffektivitet og drivhusgasser:* Metanudslip skal undgås (holdes langt under 5 %) vha. gastætte beholdere og overdækkede lagertanke. Energieffektiviteten skal optimeres, f.eks. ved at bruge overskudsvarmen.
- *Planlægning og byggeri:* Allerede i planlægningsfasen skal de miljømæssige egenskaber overvejes systematisk: transportafstande skal minimeres til det absolut nødvendige, der skal sigtes efter den maksimale energieffektivitet og udslip af drivhusgasser skal undgås.

SUSTAINGAS-projektet har udviklet mere detaljerede prøvestandarder, som er blevet diskuteret af IFOAM EU medlemmer, som

repræsenterer den økologiske sektor i Europa. SUSTAINGAS-guidelines for bæredygtig biogas i det økologiske landbrug bliver offentliggjort i 2015.

Se flere informationer om beskrivelsen af bæredygtig biogas fra økologiske bedrifter og SUSTAINGAS-prøvestandarderne på www.sustainingas.eu/demands.html.



Figur 5: Intet certifikat uden papirarbejde.
Foto: F. Gerlach, MEP.

Nogle af de økologiske landmænds organisationer har allerede introduceret strammere krav, specielt omkring brugen af konventionelle input. Som et eksempel sammenligner tabel 2 kravene til økologisk biogasproduktion (EU-reglerne) for økologisk landbrug med retningslinjerne fra to nationale landbrugsorganisationer.

Tabel 2: Sammenligning af EU regler for økologisk landbrug og retningslinjer fra forskellige landbrugsorganisationer i forhold til krav til biogasproduktion

Emne	EU regler for økologisk landbrug	Bioland (Tyskland)	Bio Austria (Østrig)
Generelt	EU reglerne om økologisk landbrug gælder som beskrevet nedenfor	EU regler for økologisk Landbrug gælder. Derud over skal følgende restriktioner følges af bedrifter, der er certificeret af de respektive organisationer.	
Andel af konventionelt inputmateriale	Ingen begrænsninger	Maximum: 30 % Mål for 2020: 0 %	0 %
Overgangsregler for eksisterende anlæg		Anlæg bygget før 01.05.2009 kan tillades mere end 30 % konventionel biomasse i overgangsperioden	Anlæg med byggetilladelse før 31.12.2004: Brug af afgasset gylle er tilladt, hvis økologiske landmænd er deltagere eller driver anlægget. Restriktioner: Ingen gylle, ingen gødning fra konventionelle svin og fjerkræ. Fra 2020 skal andelen af økologisk biomasse i disse anlæg være 70% eller mere.
Restriktioner på kvaliteten af inputmaterialet	GMO-frit materiale, ingen husdyrgødning fra industrielle landbrug	Konventionelt møg kun fra kvæg, får, geder, heste Kun konventionel majs produceret uden brug af Neonicotinoid	Konventionelt møg kun fra kvæg, får, geder, heste Ingen begrænsninger for græsensilage og biomasse i henhold til miljøprogrammer ³
Tilladt næringsstofimport (kg N/ha pr. år)	170 kg N/ha pr. år hvis der kan eftervises et næringsbehov	40 kg N/ha pr. år ⁴	25 kg N _{jw} /ha pr. år ⁵
Import and eksport af biogasgylle til og fra økologiske bedrifter	Ingen import af afgasset gylle fra industriel husdyrproduktion Næringsstofeksport er tilladt til biomasseleverandører ⁶	Import fra helt konventionelle anlæg er ikke tilladt Import er tilladt, hvis kun tilladt biomasse (se "restriktioner af kvalitet") har været brugt i 6 måneder	Import fra blandede biogasanlæg (konventionel/økologisk) er tilladt, hvis bedriften, der bruger den afgassede gylle leverer biomasse til anlægget og dyrker mindst 20% bælgeplanter i sædskiftet

Kilder: EU rådets forordning (EF) Nr 834/2007 fra 28.6.2007 og EU rådets forordning (EF) Nr 889/2008 fra 5.9.2008, Bioland: Erzeugerrichtlinien fra 8.03.2013, BioAustria: Produktionsrichtlinien, Revision 2013.

³ Programmet „Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerflächen“ eller „Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerfutter- und Grünlandflächen“ i henhold til ÖPUL (Austrian Agri-environmental Programme).

⁴ Bioland retningslinjerne 0,5 DE/ha (1 DE has 80 kg N).

⁵ N_{jw}: Effektiv årligt kvælstof i henhold til ÖPUL (Austrian Agri-environmental Programme) 2007. Den består af tab ved anvendelse og en substratspecifik faktor.

⁶ Eksport af afgasset gylle, der indeholder forgæret gylle/møg fra økologiske bedrifter til konventionelle bedrifter anses for ulovligt i nogle lande.

Biogaskoncepter i økologisk landbrug

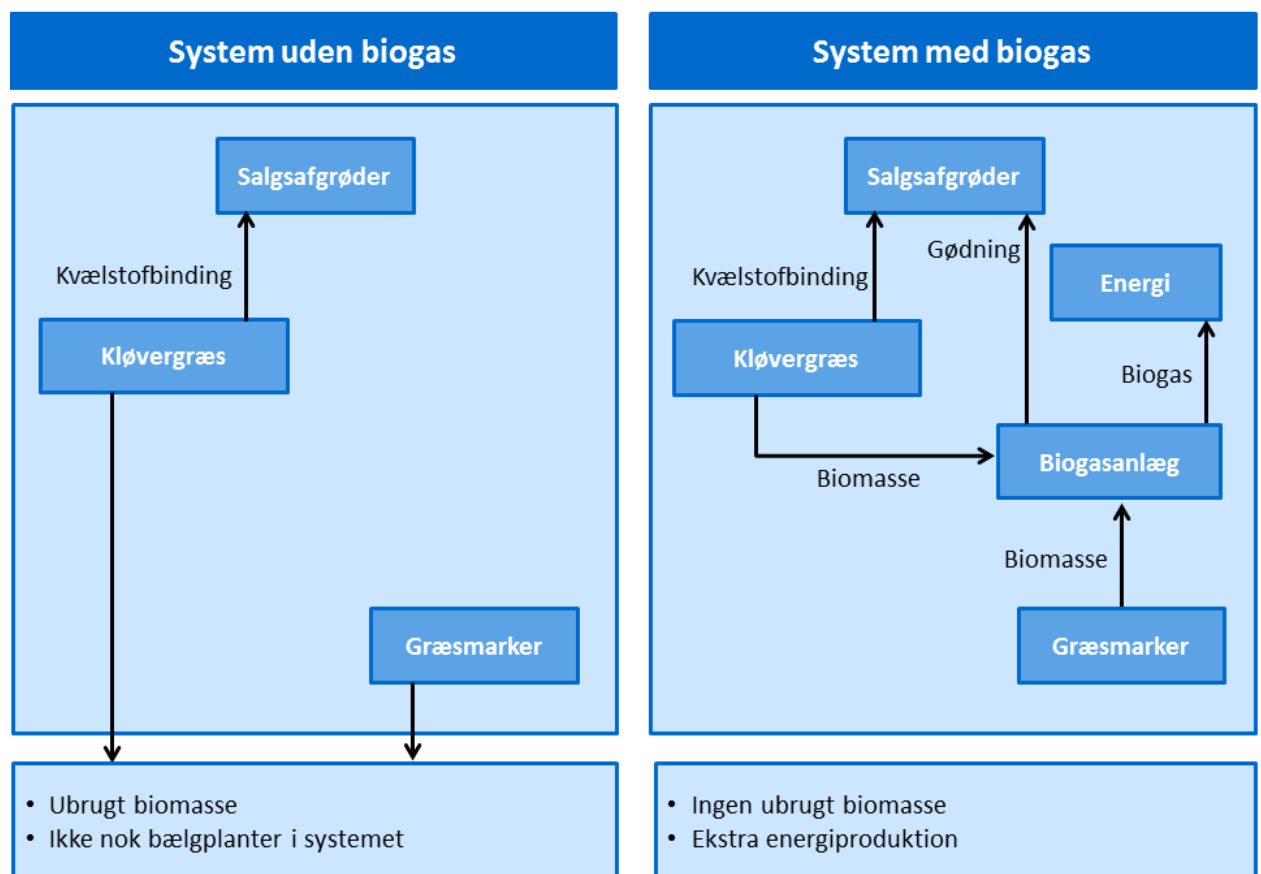
Mens biogasanlæg i det konventionelle landbrug stort set er baseret på energiafgrøder, gylle og – i nogle lande – på industriaffald, er økologiske biogaskoncepter tættere forbundet med landbrugssystemet og har stor gensidig effekt. Fokusset i biogasproduktionen vil derfor ændre sig afhængig af hvor fokus er i bedriftens aktiviteter.

Økologisk intensivering

Husdyrløse bedrifter, og bedrifter med et lille dyrehold, har problemer med at bruge biomassen fra efterafgrøder som græs på en rentabel måde. Oftest bliver kløvergræs og andre efterafgrøder nedmuldet. Som et resultat af dette vil

rhizobiumbakterien ved plantens rødder, som er ansvarlig for binding af kvælstof fra luften, i stedet bruge kvælstoffet, der er tilgængeligt i jorden. Dette mindsker effektiviteten af deres kvælstoffiksering. Når materialet i stedet høstes til biogas, vil bakteriernes ydelse og dermed kvælstoffikseringen stige. På samme tid mindskes kvælstoftabene, fordi afgasset gylle, der er et resultat af biogasproduktionen, kan spredes på produktive marker, når behovet er der, og planter kan udnytte det.

Uudnyttede eller underudnyttede græsarealer kan tages i brug til biogasbrug og bidrage til et ekstra næringsstofinput. Mens en produktiv brug af græs fra efterårsslet vil komme græsmarkerne til gavn for en malkekvægsbedrift, vil biogas fra ekstensive græsarealer give flere næringsstoffer til dyrkede marker og derved gøre brug af ellers ubrugt materiale fra naturpleje.



Figur 6: Effekt af biogas på husdyrløse landbrug. Illustration: FiBL.



Figur 7: Efterafgrøde eller salgsafgrøde? Med biogas kan det være begge dele! Foto: V. Jaensch, RENAC.

Energi fra husdyrgødning og en bonus for klimaet

Husdyrbrug – konventionelle så vel som økologiske – øger deres drivhusgasbalance betydeligt ved at bruge husdyrgødning til biogasproduktion. Drivhusgassen metan, der afgives fra husdyrgødning og gylle, bruges nu til at producere energi og afgives ikke længere til luften. Derudover fører dannelsen af energi til en ekstra indtægt uden at reducere gødningens gødningsevner.

Systemer baseret på fast gødning bliver ofte foretrukket frem for gyllebaserede systemer på økologiske bedrifter. På økologiske bedrifter foretrækkes der ofte stalde med dybstrøelse i stedet for gyllebaserede systemer. Sammenlignet med den direkte brug af fast gødning, er afgangsgylle, der er til rådighed efter biogasproduktionen af denne biomasse, mere ensartet, fleksibel og lettere at udsprede med moderne maskineri.

Næringsstofproduktion er altafgørende

For alle biogaskoncepter på økologiske bedrifter er det at gøde med forgæringsresten et centralt emne. For at vurdere bæredygtigheden af biogasproduktion vil en økologisk landmand sammenligne forgæringsresten med de andre økologiske gødningsstoffer, der er tilgængelig for ham. Selv om der kan kobles nogle økonomiske

sammenligninger på kvaliteten af de næringsstoffer, der er tilgængelige i afgangsgylle, er de andre kvaliteterne af gødningen, som f.eks. en langtidsopbyggende humuseffekt, sværere at vurdere. Når materialer, som fast gødning eller foderrester, omdannes til let tilgængelig gødning ved hjælp af biogasproduktionsprocessen, giver det en øget fleksibilitet i håndteringen af næringsstoffer og muliggør udspreddning på græsmarker eller planter i vækst. Næringsstofftilgængeligheden for planterne øges og – når passende teknologi anvendes til udspreddningen – reduceres emissionerne også.

Samarbejde er nøglen

Økologiske landmænd bruger normalt hovedsagligt rester og overskudsplantemateriale, f.eks. fra efterafgrøder som biomasse. På husdyrløse brug afsættes omkring 20-30% af arealet til efterafgrøder/bælgplanter. På landbrug med dyr vil dyreholdet bruge en del af bælgplanterne som foder, så der vil være en mindre mængde bælgplanter, men gylle og gødning er til rådighed. I modsætning til en konventionel bedrift, vil økologiske bedrifter, der producerer biogas fra overskudsmaterialer, kun tillade, at en del af afgrødearealet bruges til produktion af biogassubstrat. For at opnå en økonomisk rentable størrelse på biogasanlægget, vil økologiske bedrifter ofte have brug for at hente biomasse fra flere bedrifter. Dette er især muligt i områder med stor tæthed af økologiske landbrug. Eftersom forsyningen af biomasse skal være sikker i mange år frem, er et tillidsfuldt samarbejde med økologiske kolleger vigtigt. Succesfulde eksempler viser, at en samarbejdstilgang til økologisk biogas kan blive en win-win-situation for de landmænd, der deltager.

De specifikke fordele ved biogas for økologisk landbrug gælder overalt, men velegnede løsninger vil altid tage højde for bedriftens størrelse og opbygning, natur forhold, lovgivningen på området og forholdet mellem indtægter og udgifter.

Se mere om biogaskoncepter på side 38 (Biomasse forsyning) og side 46 (Brug af forgæringsrest).

4 Økologisk biogasproduktion i EU

Som det kan ses i EU-landene, der er repræsenteret i SUSTAINGAS-projektet, øges biogasproduktionen specielt i lande med favorable vilkår for både biogas og økologisk landbrug. Hidtil har lovgivningen, med dens stærke indflydelse på økonomisk støtte, priser og krav, en meget større indflydelse på udviklingen af biogas i det økologiske landbrug end lokale forskelle i naturforholdene eller i landbrugsstrukturerne.

En stærk tradition

I nogle lande, som f.eks. Tyskland og Østrig, med en lang tradition for en økologisk bevægelse og et politisk fokus på økologisk landbrug og vedvarende energi, drives der allerede et antal biogasanlæg på økologiske bedrifter. Nogle tyske landmænd har brugt biogas i flere årtier. For dem hænger konceptet om biogasproduktion, fra gylle og andre rester fra landbruget, godt sammen med den økologiske tankegang om et lukket næringsstofkredsløb på gården og interessen for at være selvforsynende med energi. Inden for de sidste 10 år har lovgivningsmæssige privilegier for biogasproduktion, som f.eks. fastlåste priser og garanti for nettilslutning, gjort elproduktion fra biogasanlæg økonomisk attraktivt. Det har givet økologiske landmænd ekstra incitament til at bygge videre på pionerernes arbejde. F.eks. drives der i Tyskland omkring 180 biogasanlæg med en elektrisk effekt på 30 megawatt (MW_{el}). De fleste af dem på foderproducerende landbrug, heraf et stigende antal på husdyrløse brug. I Østrig er der omkring 100 økologiske landbrug, der leverer biomasse til biogasanlæg, men indtil nu er der kun to anlæg, der drives fra økologiske bedrifter. Imidlertid har begge lande oplevet ugunstige ændringer i tarifferne for el fra biogas i de sidste år. Dette har taget modet fra en realisering af flere biogasanlæg, også på økologiske bedrifter. Bio Austria, Bioland og Naturland, de tre største økologiske landbrugsorganisationer i henholdsvis Østrig og Tyskland, har alle fastlagt retningslinjer for produktion, der overgår EU-

reguleringen for økologisk landbrug (se tabel 2 på side 11).



Figur 8: Gerhard Übleis driver et biogasanlæg i Schwanenstadt/Upper Austria med en blanding af økologisk og konventionelt input. Varmen bruges til tørring af træflis til brændsel. Foto: F. Gerlach, FiBL.

Det fremtidige potentiale

I nogle områder drives der endnu ingen eller næsten ingen økologiske biogasanlæg, men der er et stigende potentiale for en fremtidig udvikling. For nogle af disse lande er den økologiske sektor ret ny, og der eksisterer ikke mange økologiske bedrifter. I Bulgarien er de første økologiske bedrifter f.eks. først blevet certificerede økologer i 2000, og i dag drives kun 0,8% af den dyrkede jord økologisk. Biogassektoren er også ny for landet. Eftersom både økologisk landbrug og biogasenergi støttes politisk i Bulgarien, kan biogasproduktion på økologiske bedrifter meget vel udvikle sig i de kommende år. Danmark har som modsætning en veletableret økologisk landbrugssektor og omkring 60 etablerede gårdbiogasanlæg, men det er først for nyligt, at det politiske fokus har flyttet sig til biogas i landbruget igen. Den danske regering ønsker, at 50% af husdyrgødningen skal behandles i biogasanlæg i 2020 og har øget feed-in-tariffen og etableringsstøtten til el fra biogasanlæg.

I den samme periode efterstræber Danmark, at mere end fordoble det økologisk drevne areal fra 7 til 15 %, og økologisk landbrug i Danmark planlægger at udfase importen af konventionel gødning inden 2021. I dag er der kun ét økologisk biogasanlæg, men med bedre vilkår er interessen for biogasproduktion stigende blandt økologiske landmænd.

Bedre vilkår er nødvendige

Ander lande har et rimeligt antal økologiske landbrug, men landbrugenes størrelse og/eller utilstrækkelige incitamenter for landbrugsmæssig biogasproduktion baseret på biomasse fra afgrøder begrænser potentialet for økologisk biogasproduktion. Polen har f.eks. omkring 20.000 autoriserede økologiske bedrifter, men næsten ingen af dem samarbejder med et biogasanlæg. Selv om de med 25 hektar (ha) for den gennemsnitlige økologiske bedrift er større end gennemsnittet for det samlede landbrug, så er det en for lille enhed til opstart af et biogasprojekt. Desuden er landbrugsmæssig biogasproduktion i Polen hovedsagelig muligt i store anlæg, der håndterer gylle. For øjeblikket drives der 11 anlæg i Polen, men kun to af dem har en kapacitet på under 0.5 MW_{el}. Der eksisterer kun et enkelt biogasanlæg (30 kilowatt elektrisk energi (kW_{el})) på en lille bedrift.

I Spanien er den agro-industrielle biogasproduktion på nuværende tidspunkt hovedsagligt baseret på gylle. Der er kun enkelte landbrugs biogasanlæg i drift (10 MW_{el} i 2010). Produktionen af energiafgrøder er begrænset også af de naturlige dyrkningsbetingelser. Selv om der dyrkes mere end 1,6 million ha økologisk, er biogasproduktion fra økologisk dyrket biomasse næsten ikke eksisterende.

Politisk opbakning er nødvendig

I alle de europæiske lande, der er kigget på, er det tekniske potentiale for biogas på økologiske bedrifter mange gange højere end antallet af økologiske bedrifter, der allerede ejer eller bidrager til et biogasanlæg. Der er en betydelig mulighed for

en stigning i biogasproduktionen på økologiske bedrifter i EU. Men det kræver lovgivningsmæssige og økonomiske betingelser, der tillader økologiske landmænd et langsigtet engagement i biogasproduktion, som er et komplekst nyt forretningsområde med store investeringer. Både biogasproduktion og økologisk landbrug har højere omkostninger end almindelig naturgas og konventionelle landbrugssystemer. Netop derfor er den politiske støtte nødvendig for at kunne udvikle denne fremadrettede kombination.



Figur 9: Den største malkekvægsbesætning i Spanien driver et af de kun 32 landbrugs biogasanlæg i landet, med gylle fra 2.500 køer. Afgasset gylle tørres og sælges som gødning til økologiske landbrug. Foto: STUDIA.

Tabel 3: Landbrugs- og biogassektoren i udvalgte europæiske lande.

Land	Antal økologiske landbrug	Økologisk landbrugsareal (ha)	Andel af total landbrugsareal (%)	Antal biogasanlæg	Antal økologiske biogasanlæg	Andel økologiske biogasanlæg af samlede antal anlæg (%)
Østrig	21.575	542.553	19,7	368	7	1,9
Bulgarien	978	25.022	0,8	10	0	0
Danmark	2.677	162.173	6,1	82	1	1,2
Tyskland	23.003	1.013.540	7,8	7.515	180	2,3
Spanien	32.195	1.621.898	6,5	32	1	3,1
Polen	23.430	609.412	3,9	38	0	0

Kilder: Antal økologiske landbrug og økologisk landbrugsareal fra Willer H., Lernoud L., og Kilcher L. (Eds.) (2012): The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2013. FiBL/IFOAM, Frick og Bonn; Data på biogasanlæg fra egne data (SUSTAIN GAS) og som følger:

Østrig: Energie-Control Austria (2013): Entwicklung anerkannter sonstiger Ökostromanlagen 2002-2012, online på <http://tinyurl.com/qdher6h>; Energie-Control Austria (2012): Ökostrombericht 2012, Energie-Control Austria, Wien.

Bulgarien: egne data.

Danmark: egne data.

Tyskland: Fachverband Biogas (2013): Branchenzahlen 2012 und Prognose der Branchenentwicklung 2013, Fachverband Biogas, Freising; Anspach V., Gerlach F., Graß R., Herrle J., Heß J., Siegmeier T., Paulsen H., Szerencsits M., Wehde G., Wiggert M., Wilbois K., Zeller H., og Zerger, U. (2011): Bioenergieerzeugung und Energiepflanzennutzung im ökologischen Landbau. TA-Projekt Ökologischer Landbau und Biomasse, Themenfeld 3, Stiftung Ökologie und Landbau (SÖL), Bad Dürkheim.

Polen: Agricultural Market Agency (2013): Rejestr przedsiębiorstw energetycznych zajmujących się wytwarzaniem biogazu rolniczego, online på www.arr.gov.pl/data/02004/rejestr_biogazowni_rolniczych_24082013.pdf.

Spanien: European Biogas Association (2012): Biogas in Europe 2011, online på <http://tinyurl.com/II3o829>.

5 Hvorfor økologisk biogas?

Økologiske landmænd og biogasproducenter i det konventionelle landbrug vil stille det samme spørgsmål: Hvorfor skal vi kombinere økologisk landbrug og biogasproduktion? Det er der flere gode grunde til. Lige fra en positiv indvirkning på økologisk fødevareproduktion og bedriftsøkonomi, til en god præstation, når det kommer til miljømæssig bæredygtighed.

Inddragelse af biogas i bedriftens cyklus er interessant for økologiske landmænd, fordi det resulterer i god gødningsværdi og et højere økonomisk udbytte. I et bredere perspektiv kan det også betyde, at hele den økologiske landbrugssektor kan blive mere selvforsynende med plantenæringsstoffer samt forbedre klimapåvirkningen med mindre udledning af drivhusgasser.

Flere fødevarer med økologisk biogas?

Det følgende kapitel omhandler spørgsmålet om den potentielle konkurrence mellem afgrøder og energiproduktion, samt udbytte og kvalitet af afgrødeproduktion i det økologiske landbrugssystem med biogasproduktion.

“Fødevarer vs. energi” – ikke med økologisk biogas

Fødevarerproduktion og energiafgrøder konkurrerer om landbrugsjorden og andre knappe ressourcer så som vand. Muligheden for at reducere denne konkurrence inkluderer brug af uudnyttede arealer, øget produktivitet på landbrugsjorden (udbytter) og brugen af restprodukter. Økologisk biogas finder i høj grad sine inputmaterialer i rest- og biprodukter. Når der anvendes energi afgrøder, bliver det areal de optager enten helt eller delvist opvejet af det øgede udbytte, der opnås med biogas systemet..

Biogas på økologiske bedrifter har som ideal kun at bruge overskydende materialer og ikke konkurrere med fødevareproduktion. For at opnå en balanceret føde til bakterierne i reaktortanken eller for at opnå en økonomisk rentabel størrelse af biogasanlægget, kan det ikke altid undgås at bruge energiafgrøder. Men generelt er andelen af energiafgrøder meget lavere end i konventionelle biogasanlæg.

Den følgende tabel viser, hvordan brugen af forskelligt materiale til biogassubstrat kan påvirke fødevareproduktionen. Dette vil blive kommenteret yderligere nedenfor.

Tabel 4: Potentielle effekter på fødevareproduktionen ved brug af materialer som biogassubstrat; (-) negativt; (+) positivt

Biomasser	Effekt på fødevareproduktion
Energiafgrøder	-
Efterafgrøder (f.eks. kløvergræs på husdyrløse bedrifter)	+
Husdyrgødning	+
Organisk affald	-/+

- **Energiafgrøder:** At konvertere jord fra fødevareproduktion til biomasseproduktion forårsager en nedgang i den producerede fødevaremængde. Sammenlignet med konventionel biogasproduktion er andelen af energiafgrøder normalt lavere på økologiske biogasanlæg. Én af årsagerne er merprisen for økologiske produkter på markedet. Hvis det bruges som biomasse til biogas, giver energimarkedet ingen merpris for de økologiske produkter. Derfor er det at bruge energiafgrøder til biogasproduktion ”second choice”. Desuden har nogle økologiske organisationer begrænset andelen af energiafgrøder, der må bruges i økologiske biogasanlæg.

- *Efterafgrøder*: At høste efterafgrøder, som kløvergræs, i stedet for at nedmulde det, kan øge udbyttet. Eftersom efterafgrøder ikke konkurrerer med fødevareproduktion, og høsten af det øger næringsstoftilgængeligheden i sædskiftet, kan brugen i biogasproduktion være en hjælp til at øge fødevareproduktionen. Specielt på husdyrløse bedrifter, hvor det ikke alternativt ville kunne bruges som foder. Selv om efterafgrøder allerede er mere normalt i økologisk end i konventionel drift, kan brugen af dem øges betydeligt set fra et landbrugsmæssigt og økonomisk perspektiv.
- *Husdyrgødning*: Brugen af husdyrgødning i biogasprocessen har en positiv effekt på fødevareproduktionen, da tilgængeligheden af næringsstoffer til planterne er øget efter biogasprocessen.
- *Organisk affald*: Biprodukter fra fødevareproduktion, fra høst såvel som fra ikke-salgbare produkter, kan bruges i biogasanlægget. Såfremt disse produkter alligevel ikke kunne bruges som fødevarer eller foder, vil anvendelsen af dem ikke reducere fødevareproduktionen, men bidrage til næringsstofforsyningen til afgrøder, når afgangsgylle anvendes som gødning.

Valg af biomasse

Biogas på økologiske bedrifter stræber efter at bruge non-food materialer; energiafgrøder er "second choice". Der er præference for overskuds biomasse som husdyrgødning, efterafgrøder og rester fra høst og forarbejdning, såvel som fra organisk affald. Derfor er økologisk biogasproduktion mindre i konflikt med fødevareproduktion end konventionel biogasproduktion fra energiafgrøder.

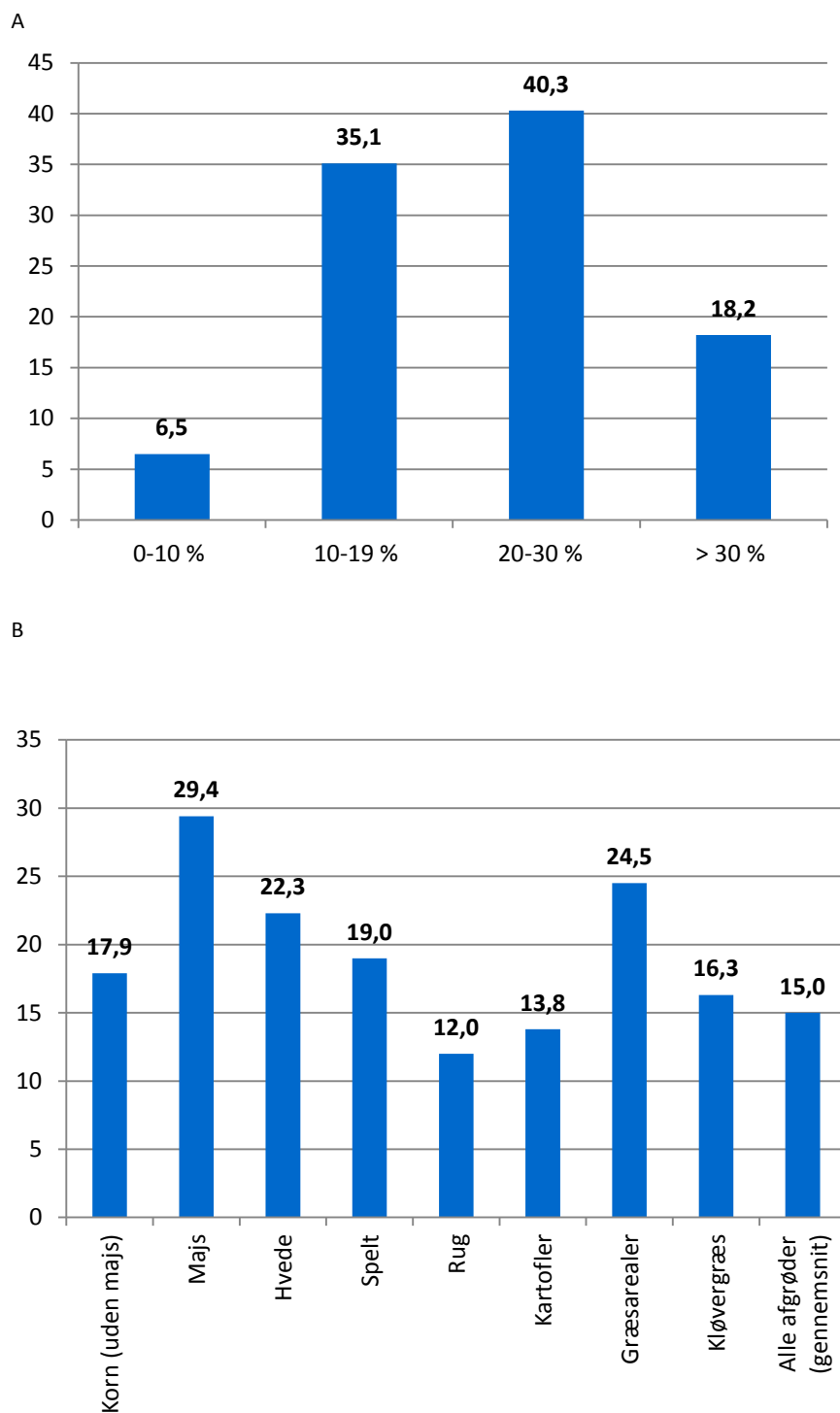
af biogas på deres bedrift. 40 % af landmændene rapporterede om højere udbytte på omkring 20-30 %, og 18% af de økologiske landmænd oplevede et endnu højere udbytte (se Figur 10). Landmændene oplever store udbyttestigninger i de afgrøder, som generelt kræver et stort næringsstoftilskud. Majs rapporteret med en udbyttestigning på 29% og græsmarker (24%) er kendt for at reagere godt på organisk gødning. Hvede, som den mest krævende kornart, har med en udbyttestigning på 22% også en betydelig fordel af det. For afgrøder med et lavere næringsstofbehov som rug eller kartofler, rapporteres der en stigning på mindre end 15%. Denne variation mellem afgrøderne illustrerer også vigtigheden af de økologiske landmænds praksis med hovedsagligt at tilføre den tilgængelige gødning til de mest krævende afgrøder.

Selvom disse data stammer fra landmændenes subjektive vurdering, viser de en positiv effekt af biogasproduktionen på bedriftens udbytter.

Men det er ikke bare udbyttet, der stiger. Også kvaliteten af produktet kan forbedres, eftersom biogasgylle er en yderst værdifuld og fleksibel gødning. I den ovenfor nævnte undersøgelse rapporterede 39% af landmændene om kvalitetsforbedringer. Det mest nævnte var en stigning i indholdet af protein i korn, hvilket gav en højere bagekvalitet og dermed også en højere markedspris. Der blev også rapporteret kvalitetsforbedringer for kartofler og græs.

Højere udbytte og kvalitet med biogas

I 2010, blev økologiske landmænd, der enten drev eller samarbejdede med et biogasanlæg i Tyskland, spurgt om deres erfaringer med effekten



Figur 10: Udbyttetigninger rapporteret af økologiske landmænd. (A) Procentdel af gennemsnitlig udbyttetigning efter gødskning med biogasgylle (n=51), (B) Procentdel af gennemsnitlig udbyttetigning efter gødskning med biogasgylle, for afgrødetyper (n=51). Efter: Anspach V., Siegmeier T., og Möller D. (2010): Biogaserzeugung im Ökologischen Landbau – Strukturen und Perspektiven. Kassel University Press, Kassel.

Biogas tjener afgrøderne

- At dyrke grøngødning til biogasproduktion tillader et mere naturligt og produktivt sædskifte
- Kvælstoffikseringen i kløvergræs eller lucerne stiger med de rigtige sletstrategier.
- At høste grøn biomasse til biogasproduktion støtter et dobbelt dyrkningssystem med to høste pr. år.
- Biogasproduktion fremmer dyrkningen af foderafgrøder og mellemafrøder. Dette kan mindske rod ukrudtet.
- Brug af restmateriale som foderrester, gødning, frugt eller grøntsagsrester eller endda overskudshalm som biogassubstrat fremmer næringsstofcyklussen på bedriften og giver en positiv humusbalance, hvis afgasset gylle bruges som gødning.
- Kvælstof i kvæggødning gøres mere tilgængelig gennem biogasprocessen – en bonus for gødsningen, når det bruges med omhu.
- Anaerob forgæring dræber bestemte bakterier, parasitter og ukrudtsfrø, som ellers ville have en negativ effekt på produktionen af afgrøder.
- Økologisk biogasproduktion resulterer i en øget økologisk fødevareproduktion.

Bedre økonomi med økologisk biogas?

Økologisk biogas kan bestemt forbedre økonomien på en økologisk bedrift – hvis forholdene er rigtige og anlægget kører som planlagt. Det der har størst indflydelse på rentabiliteten er omkostningerne til biomasse og indtægterne for den producerede energi.

I økonomien for landbrugsbiogasanlæg generelt er proceseffektiviteten, inputomkostninger og produktpriser yderst relevante parameter. Dette

gælder også for økologiske produktion. Men i økologiske systemer kan biogasproduktion påvirke økonomien i produktionen af afgrøder langt mere fundamental, specielt i systemer med et lille dyrehold eller på husdyrløse bedrifter. Spørgsmålet om sædskifte og gødningsstyring er den primære grund til dette.

Kløver, den nye salgsafgrøde: For at kunne tildele andre afgrøder kvælstof, dyrkes bælgplanter som kløvergræs i dele af sædskiftet. Bedrifter uden dyr har oftest ingen yderligere anvendelse for det og vil blot bruge planterne som grøngødning. Når det bliver høstet og brugt som biogassubstrat, kan kløver bidrage til bedriftens indkomst som salgsafgrøde.

Naturlig gødning, når du har brug for det: Systemet med at gøde jorden med grøngødning, der nedbrydes på marken understøttes med de økologiske biogasrester. Afgasset gylle, der produceres i biogasanlægget, kan udbringes præcis når og hvor, der er behov. Det indeholder allerede tilgængeligt kvælstof og næsten alle andre næringsstoffer fra den oprindelige biomasse. Når man tænker på den ofte begrænsede mulighed for at få gødning, restriktioner og høje priser for passende gødningsmidler, så vil biogasrester i den økologiske planteavl ikke alene skåne budgettet, men også gøre det muligt at opnå en højere indkomst, eftersom udbyttet og produktkvaliteten stiger (se side 18).

Energiafgrøder: I et mindre omfang kan profitten for planteproduktionen øges ved at dyrke energiafgrøder som supplement til biogasanlæggets foderplan. Et passende valg af afgrøder eller dyrkningsmetode kan give den ekstra fleksibilitet, planteavleren har brug for i sit sædskifte. Dette kan evt. bruges som et grønt plantedække om vinteren, eller som specifikke efterafgrøder til reduktion af sygdomme. Hvor landbrugsbiomasse og andre passende restmaterialer bruges til afgasning, ligger værdien for planteavlen også i kvaliteten af den afgassede gylle.

Landmandens syn: En SUSTAINGAS-undersøgelse blandt 696 økologiske landmænd i 6 EU-lande samt en workshop med eksperter har påvist en positiv indflydelse af biogasproduktion på bedriftsøkonomien. 68 % af de interviewede landmænd forventede et stigende afkast fra høsten,

eller mente i hvert tilfælde, at der var mulighed for det. Desuden forventede de en reduktion i omkostninger til gødning og jordforbedringsmidler. Også spredning af den økonomiske risiko ved diversificering og øget selvforsyning blev nævnt som økonomiske årsager til økologisk biogasproduktion.



Figur 11: Brunt guld: Afgasset gylle giver en alsidig organisk gødning. Den afgassede gylle på fotoet er fiberdelen efter separation. Foto: F. Gerlach, FiBL.

For detaljerede resultater af SUSTAINGAS-undersøgelsen se SUSTAINGAS-rapport D3.1: Financial Performance of Organic Biogas Production på www.sustaingas.eu/strategy.html.

Biogas kan hjælpe den økologiske sektor

Den økologiske sektor i EU er vokset fra 3,7 millioner ha i 1999 til 10,6 millioner ha i 2011.⁷ Med et stadig voksende økologisk fødevaremarked, har økologisk landbrugsproduktion et vækstpotentiale. En undersøgelse fra Danmark⁸ viser, at manglen på gødning spiller en afgørende rolle i landmandens valg af ikke at have økologisk drift, specielt i de dele af landet, hvor der er lav dyretæthed. Økologisk

⁷ Willer H., Lernoud L., and Kilcher L. (Eds.) (2012): The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2013. FiBL/IFOAM, Frick and Bonn.

⁸ Tersbøl M., and Malm L. (2013): Financial performance of biogas production. SUSTAINGAS Report D3.1, p. 27. Online: www.sustaingas.eu/strategy.html.

biogas, med sin leverance af økologisk gødning, kan således tilskynde flere landmænd til at lægge om til økologisk drift.

Regn det ud!

Vil din bedrift have gavn af at levere biomasse til et økologisk biogasanlæg? Kan etableringen af et biogasprojekt være et skridt i den rigtige retning for dit landbrugssystem?

Vi kan ikke vide det. Men med SUSTAINGAS-beregneren "ECO PLAN BIOGAS" kan du få et overslag på effekten af biogas på din bedrift. ECO PLAN BIOGAS er helt speciel, fordi den går videre end bare at beregne omkostninger og indtægter for biogasproduktionen. Den beskriver også det økonomiske samspil mellem biogasproduktion og driftssystemet. Dette er især relevant for økologiske bedrifter, eftersom den store gevinst af biogasproduktion ofte ikke kommer fra selve biogasanlægget, men fra de økonomiske effekter det har på planteavlssystemet.

Vi anbefaler, at du bruger ECO PLAN BIOGAS med dine egne tal – alene eller i samarbejde med din planteavlskonsulent.

For at vise nogle resultater, der er beregnet med ECO PLAN BIOGAS, har SUSTAINGAS lavet en caseberegning. Der regnes på et husdyrløst økologisk landbrug i Tyskland med 70 ha jord. Kornproduktionen er suppleret med nogle bælglplanter og en del med permanent græs. Med 28% kløvergræs til grøngødning og 7% bælglplanter, har vores caselandbrug allerede en god del bælglplanter i sædskiftet. Næringsstofimporten er begrænset til 100 ton (t) fast gødning.

ECO PLAN BIOGAS beregnede et vejledende resultat for dækningsbidraget for planteavl som den er og fortsatte derefter med en beregning af den mulige effekt af biogasanlægget på sædskiftet, udbytter, omkostninger og indtægter. Desuden er omkostninger og indtægter fra biogasanlægget estimeret. Eftersom bedriften er for lille til selv at drive et biogasanlæg, behandler anlægget i casen biomasse fra flere andre gårde. Den andel af overskuddet, der er tildelt bedriften i Tabel 5 svarer

til mængden af biogassubstrat, der kommer fra bedriften.

Tabel 5: Økonomisk beregning med ECO PLAN BIOGAS: Resultater fra caseberegningen (husdyrløs tysk planteavlsbedrift)

	Uden biogas		Med biogas	
	Areal (ha)	Kroner	Areal (ha)	Kroner
Kløvergræs (grøn-gødning)	20	0	0	0
Kløvergræs (biogas)	0	0	20	116.354
Korn	35	447.964	35	579.272
Permanent græs	10	23.868	10	26.478
Bælgplanter	5	48.481	5	48.481
Indtjening (bedrift)		520.312		770.585
Omkostning (bedrift)		179.529		241.196
Profit (bedrift)		340.783		529.389
Profit (biogas)				33.221
Stigning i resultat (bedrift & biogas)				221.826

Eftersom vores bedrift får noget overskud fra selve biogasproduktionen, ville selv et moderat tab på biogasproduktionen være acceptabelt, når man ser på den betydelige effekt det har på afgrødeudbyttet.

Hovedårsagen til den positive indflydelse fra biogas på planteavlens rentabilitet er:

- Muligheden for at sælge kløvergræs i stedet for at nedmulde det.
- Øget udbytte på salgsafgrøder forårsaget af den tilførte forgæringsrest.

Denne beregning er baseret på en eksisterende bedrift. Den afspejler betingelser, der er gunstige for

biogasproduktion: I Tyskland kan elektricitet fra biogas sælges til specielle priser, desuden har den kløvergræs, der har været produceret indtil nu ikke haft nogen handelsværdi og kornpriser var rimelig høje, hvilket resulterer i en betydelig stigning i indkomsten, når udbyttet øges. Kun en beregning, der er baseret på data, der er relevante for din bedrift, kan give en indikation af rentabiliteten med biogas på din bedrift.

Betingelser og resultater på din bedrift vil være anderledes – tjek selv med ECO PLAN BIOGAS på www.sustaingas.eu/strategy.html!⁹

Økologisk biogas – bedre for miljøet?

Da økologisk landbrug har ønske om at beskytte naturen, er miljøeffekterne ved biogas på økologiske bedrifter yderst vigtig. Dette kapitel viser relevansen af biogassubstraterne i denne henseende og diskuterer effekterne på vand, biodiversitet og på klimaet.

Det rigtige biomasse – basis for bæredygtig biogasproduktion

For at sikre bæredygtigheden af biogasproduktion, er valget af biomasser af afgørende betydning.

Den stigende dyrkning af *energiagrøder* i det konventionelle landbrug giver anledning til adskillige bekymringer bl.a. ændringer i arealanvendelsen, udbredelsen af monokulturer og konflikt mellem fødevarer- og energiproduktion. Derfor er brugen af energiagrøder i økologisk biogasproduktion sædvanligvis begrænset. Hvis energiagrøder anvendes, bør der vælges økologisk producerede afgrøder. Et bevidst valg af plantearter og dyrkningsmetoder kan gavne sædskiftet f.eks. når

⁹ ECO PLAN BIOGAS kan downloades fra <http://www.sustaingas.eu/strategy.html> og er gratis at bruge. For at beregningerne virker efter hensigten er det nødvendigt med MS Excel eller compatible software.

der undersås i afgrøderne eller sædskiftesanerende afgrøder.

Efterafgrøder giver et bæredygtigt alternativt til biogasproduktion. Bælgplanter som kløvergræs og lucerne forbedrer jorden ved at fiksere kvælstof. Ikke-bælgplanter, brugt som efterafgrøder som sennep, honningurt og rug forhindre udvaskning af næringsstoffer, og kan hjælpe med at forhindre plantesygdomme. Efter det har været brugt som biomasse leveres afgasset gylle tilbage til dyrkningssystemet. Herved bliver effekten på afgrøderne, på jorden og næringsstofstyringen ikke forringet. Fordi afgasset gylle kan lages og gives tilbage til jorden, når der er et næringsstofbehov kan bruges af efterafgrøder som biomasse til biogasproduktion endda øge systemets kapacitet til styring af næringsstoffer

Husdyrgødning udgør en anden gunstigt biomasse til økologisk biogasproduktion. Eftersom metanen, der udledes fra gødningen opfanges i biogasproduktionen vil den klimabelastende metanemission fra husdyrgødningen reduceres kraftigt. Afgasset gylle, der bruges som gødning giver også reduceret lugtemission; næringsstofferne mineraliseres og materialet ændres til en mere flydende konsistens. Alt i alt er miljøomkostningerne ved biomasser begrænsede til transport fra stalden og hen til biogasanlægget. Så længe afstandene er korte, er dette uden betydning.



Figur 12: Avner, en værdifuldt biomasse med højt biogaspotential, er et biprodukt ved rensning og forarbejdning af korn. Rig på kulhydrater og en god kombination med bælgfrugt. Foto: F. Gerlach, FiBL.

Brugen af *organisk affald* (f.eks. fra husholdninger eller fødevarerindustrien) giver også en mulighed for at producere gas uden ekstra ressourcer (areal, vand) eller energiforbrug. Input af eksterne næringsstoffer til bedriften kan måske erstatte næringsstoffetabet, som er forårsaget af f.eks. salg af afgrøder fra økologiske bedrifter. For at undgå risikoen for at importere skadelige stoffer via biogasrester til den dyrkede jord, er input af fødevareraffald til økologiske biogasanlæg normalt begrænset til specifikke biprodukter fra fødevarerindustrien med lav forureningsrisiko (f.eks. valle eller biprodukter fra sukkerproduktion).

Hvad med vandkvalitet?

Effekten af økologisk biogasproduktion på vandkvalitet og tilgængelighed kan specielt opstå ved produktion af biomasse og ved udspreddning af forgæringsrest. Dyrkningen af efterafgrøder som biogassubstrat kan forbedre vandkvalitet ved at reducere nitratudvaskning og øge væskeophobningen. På husdyrløse bedrifter er efterafgrøder nøglen til optimal næringsstofmanagement. Muligheden for at tilbageføre afgasset gylle til markerne er baseret på afgrødernes næringsstofbehov og reducerer tabet af næringsstoffer fra den dyrkede jord til grundvandet. Ydermere vil udskiftningen af husdyrgødning med afgasset gylle fra biogas give mulighed for et hurtigere næringsstoffoptag i planterne, og derved også reducere risikoen for nitratudvaskning fra bedrifter med husdyr.

På grund af lavere gødskningsniveauer og mere udviklede sædskifter, vil dyrkningen af energiafgrøder i det økologiske jordbrug normalt forårsage mindre vandforurening end i konventionelt landbrug. At bruge biomasser fra økologiske landbrug reducerer også risikoen for at tilføre vandforurenende stoffer (f.eks. pesticider) til systemet. Negative effekter på vandkvalitet ved eutrofiering kan udgås ved at følge principperne for god landbrugspraksis, og dermed kun tilføre forgæringsrest i det omfang planterne har behov for. Typisk er risikoen for forurening lavere på økologiske bedrifter, specielt på husdyrløse bedrifter, hvor

næringsstofmangel har tendens til at være et problem.

Normal anlægsdrift vil ikke forringe vandkvaliteten, så længe afløbsvand fra overfladen opsamles og bruges. Alle biogasanlæg skal overveje uheld med tab af biomasse eller forgæringsrester fra reaktortanken. Afløb til jorden eller til overfladevand skal undgås, f.eks. med volde omkring anlægget.

Hvad med biodiversitet?

Vedligeholdelse og forbedring af biodiversiteten er et grundlæggende princip i økologisk jordbrug. Hvis det håndteres ordentligt, kan økologisk biogasproduktion yde et værdifuldt bidrag til biodiversiteten.

Ændringer i brugen af arealer er en stor bekymring i forhold til biogasproduktion. Derfor bør biomassen i økologisk jordbrug aldrig erhverves ved at ændre arealer med stor biodiversitetsværdi (f.eks. primært skov eller græsarealer med stor biodiversitet) til lav-diversitets landbrugsjord til produktion af energiafgrøder.

Dyrkning af monokulturer med negative indflydelser på biodiversiteten er en anden mulig effekt af den biogasproduktion, der ses i det konventionelle landbrug. I modsætning hertil undgår økologisk jordbrug monokulturer og bygger på sædskifter, hvilket forhindrer skadelige virkninger på biodiversiteten.

Det faktum, at der ikke bruges pesticider, herbicider, kunstgødning og genmodificerede afgrøder ved dyrkning af økologiske energiafgrøder udgør endnu en fordel i forhold til biodiversiteten. Sammenlignet med kunstgødning vil brugen af afgasset gylle forbedre jordstrukturen – det levende miljø for jordens mikroorganismer.

Biogasprocessens fleksibilitet tillader en stor variation i de afgrøder, der kan bruges. Dette giver forskellige blomstringstidspunkter og derfor bedre livsbetingelser for insekter. Forskellige dyrkningsperioder vil forhindre en samtidig forstyrrelse af alle marker og derved give fugle og større dyr uforstyrrede områder. Også ukrudt kan

bruges i biogasanlægget. Hvis det håndteres omhyggeligt, kan biomasseproduktion bidrage med en øget landbrugs- og ukrudsdiversitet.



Figur 13: Græshoppe i kløvergræs. Biodiversiteten har gavn af sædskifterne i det økologiske jordbrug. Biogasproduktion har potentialt til at øge biodiversiteten, da det kan udnytte efterafgrøder og naturplejematerialer. Foto: D. Menzler, BLE.

Endvidere tillader biogasprocessen en større variation i de planter, der kan bruges som biomasse. For landmanden giver det en bedre fleksibilitet og åbner op for nye muligheder for at forbedre sædskiftet.

Desuden er biogasanlægget på økologiske bedrifter ofte udstyret med robust udstyr, sådan at biomasse med højt fiber- og celluloseindhold kan behandles. Dette giver mulighed for at bruge biomasse, der stammer fra beskyttede områder (f.eks. engafklip). Derfor kan økologisk biogasproduktion bidrage med vedligeholdelse og god forvaltning af sådanne værdifulde områder samt lette fjernelsen af næringsstoffer fra fredede og sårbare områder, hvis dette er ønskeligt.

Normalt fører det, at drive et økologisk biogasanlæg, til en stor motivation til at gøre brug af alle restprodukter og alt affald fra plante- og husdyrproduktionen, derfor reduceres risikoen for ukontrolleret eutrofiering af naturområder ved at reducere strømmingen af næringsstoffer i miljøet.

Hvad med klimaet?

I alle trin af biogasprocessen vil drivhusgasser enten blive udledt eller gemt. Vigtige trin er dyrkningen af biomasse, opbevaring, transport og distribution af råvarer, diffus udledning, metanlækager i CHP-generatoren, brug af ekstern varme og forbyggelse af metanudledning fra husdyrgødning. Her opstår spørgsmålet, hvilke trin er kritiske og hvad er den generelle balance?



Figur 14: Fjernvarme med biogasenergi forbedre effektiviteten og kan være en bonus for infrastrukturen i landdistrikterne. Foto: N. Hölzer, MEP.

I SUSTAINGAS-undersøgelser blev klimabalancen for biogas undersøgt for at opklare disse spørgsmål. Tolv modelbiogasanlæg af forskellig størrelse og med forskelligt biomasseinput blev defineret for at repræsentere typiske europæiske biogasanlæg.

Som det vigtigste resultat af undersøgelsen blev det vist, at alle de undersøgte anlæg har et stort potentiale for bidrage med emissionsreduktion sammenlignet med det fossile EU-mix for el-produktion (se Figur 15). Desuden afslørede undersøgelserne de vigtigste kilder til emission og muligheder for at mindske emissioner:

Gødningsbehandling har langt den mest relevante effekt på reduktion af emissioner. På en bedrift med husdyr, uden biogasanlæg opstår der metanudledning, når gødning opbevares. I et biogasanlæg bliver gødningen nedbrudt og den

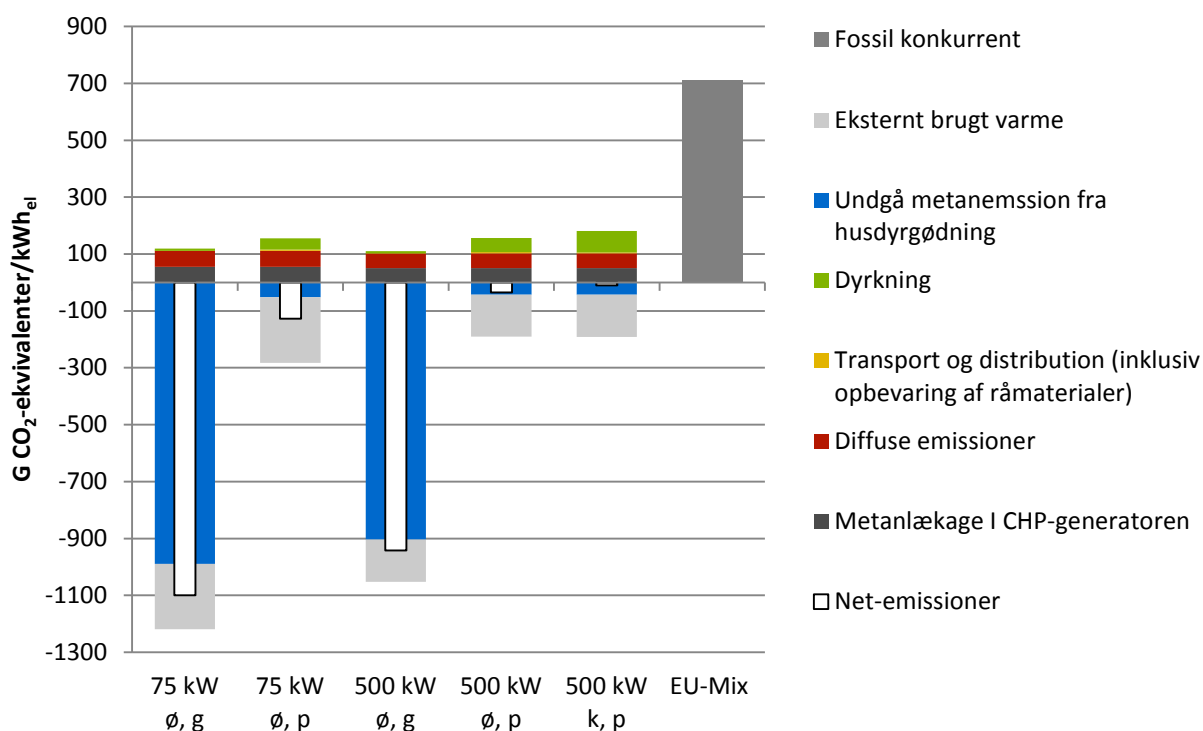
dannede metan opfanges. Som resultat af det nedsætter biogasanlægget i høj grad metanemissionen. Eftersom metan har en drivhuseffekt, der er 23 gange højere end kuldioxid, er en sådan reduktion af udslippet yderst relevant. Brugen af ekstern varme blev identificeret som et andet vigtig bidrag til reduktion af emission, eftersom varmeproduktion fra fossile brændstoffer kan erstattes på denne måde.

Men biogasanlæg reducerer ikke kun, men producerer også emissioner. Relevante faktorer er diffuse metanemissioner ved lækager i biogasanlægget samt metanudslip fra CHP-generatoren som følge af ufuldstændig forbrænding. På grund af den stærke drivhuseffekt fra metan, er det afgørende, at minimere sådanne lækager. I tilfælde af store metanlækager, kan den samlede drivhusgasemission stige til et niveau, der er sammenlignelig med produktionen fra fossile brændstoffer.

Dyrkning af energiafgrøder er en anden factor, der bidrager til drivhusgasemissioner. Emissionskilden i denne forbindelse er f.eks. fremstilling af gødning og pesticider såvel som maskinbrug til dyrkning og høst. Økologisk biogasproduktion har fokus på at reducere andelen af energiafgrøder. Selv om biogasproduktion hovedsagelig er baseret på plantemateriale, der specielt er dyrket til biogasproduktion, vil det økologiske alternativ stadig producere færre drivhusgasser end det konventionelle alternativ. I dette tilfælde er det, at der ikke bruges pesticider, herbicider og kunstgødning samt brugen af kløvergræs som en del af sædskiftet, det der fører til en lavere klimapåvirkning.

Ændringer i brugen af landbrugsarealer er en yderligere kilde til drivhusgasudledning. Ændringen af arealer med store kulstoflagre (f.eks. græsarealer) til opdyrket areal til produktion af energiafgrøder kan føre til enorme kuldioxidudledninger og skal derfor forhindres.

Endelig vil transport og opbevaring af råvarer også udlede drivhusgasser. Dog er disse emissioner lavere end dem, der blev beskrevet før.



Figur 15: Drivhusgaseffekt fra el-produktion fra økologisk og konventionel biogas.

Drivhusgas (GHG) emissioner på 5 modelanlæg normaliseret til elektrisk input. o: økologisk; c: konventionel; m: input mest baseret på husdyrgødning; ec: input mest baseret på plantemateriale; Negativt tal = GHG besparelse; Positivt tal = GHG emission, hvid kolonne: sum af alle indflydende faktorer. Gødningssubstrat indeholder det højeste potentiale for emissionsreduktion, men også plantebaseret biogasproduktion tillader netto emissionsreduktioner, specielt når den eksterne varme bruges og hvis der er tale om økologisk med dens høje andel af efterafgrøder og at der ikke bruges pesticider og kunstgødning.

Source: Hofmann F., Gamba L., Weddige U., Gerlach F., Wilinska A., Jaensch V., Schneider C., Baaske W.E., Lancaster B., Tersbøl M., García F., og Kölling A. (2013): Report on analysis of sustainability performance for organic biogas plants, SUSTAINGAS Rapport D4.1, s.72, online på www.sustaingas.eu/sustainability.html.

Optimering af bæredygtigheden i biogasproduktion

Miljøeffekterne af biogasproduktionen, der er omtalt resulterer i anbefalinger til økologiske landmænd om, hvordan de kan optimere biogasproduktionen i forhold til bæredygtigheden:

- Prioriter gødningsbehandling. Det indeholder det største potentiale for emissionsreduktion.
- Brug af restmaterialer og affald giver en yderligere mulighed for at omdanne biomasse til energi med meget lav kuldioxidemission.
- Reduktion af andelen af energiafgrøder. Efterafgrøder som kløvergræs giver et godt alternativ med gavnlig effect på jord, vand, biodiversitet og drivhusgasbalance.
- Hvis der bruges energiafgrøder, skal de dyrkes på tidligere ubrugte arealer (for at udelukke de indirekte ændringer i arealanvendelse), ved hjælp af økologiske driftsmetoder og ved at træffe foranstaltninger til at forebygge negative virkninger på jordens frugtbarhed og tilgængeligheden af vand.
- Brug materiale fra beskyttede arealer (f.eks. restmateriale fra afklip fra engarealer) bidrager til beskyttelse af landskaber og biodiversitet.
- Undgå metanlækager fra biogasanlægget. Metan er en meget potent drivhusgas.
- Overdæk lagertanken til afgasset gylle. Den største metanemission på et biogasanlæg kommer fra denne kilde.
- Undgå påvirkning af biodiversiteten og vand under opførelse og drift af biogasanlægget. Afhængig af størrelse og type af anlæg kan en miljøhåndteringsplan være hensigtsmæssig. Foranstaltninger til at forhindre udslip af gylle/forgæringsrest under driften bør udvikles og implementeres.
- Gør brug af overskudsvarmen. CHP-generatoren giver mulighed for at opvarme faciliteter på gården eller i nærområdet, og dermed erstatter fossile brændstoffer til opvarmning.

- Udbringningen af afgasset gylle skal følge det økologiske regelsæt og miljøbestemmelserne.



Figur 16: Gyllenedfældningsteknologi reducerer ammoniakemissioner, derved forbedres næringsstofcyklus og luftforurening reduceres.

Foto: N. Hölzer, MEP.

Da praksis er mere kompliceret end teorien vil alle biogasprojekter ikke være i stand til at følge de ovenstående forslag helt. Erfaringerne fra SUSTAINGAS projektteamet viser, at de fleste biogasproduktioner i økologisk jordbrug allerede udgør en særlig bæredygtig form for energiproduktion. Samtidig tilbyder de fleste initiativer nogle muligheder for yderligere forbedringer.

6 Bedste praksis

Succesfulde biogasprojekter på europæiske økologiske bedrifter viser, hvordan denne landbrugsvenlige form for energiproduktion kan implementeres i det økologiske jordbrug.

Projekterne i dette kapitel viser at biogasanlæg varierer afhængig af bedriftens struktur og størrelse, typen af landbrugsproduktion og landmandens mål med det. Der er sat fokus på biogassystemer baseret på kløvergræs og efterafgrøder eftersom disse koncepter viser en bedre synergi mellem biogas og økologisk planteproduktion end andre. Planterne, der bruges som biomasse er både ret krævende inputmaterialer i forhold til teknologi og fermenteringsprocesser. Gyllesystemer – ekstremt værdifulde mht. klimabeskyttelse – er blevet etableret med succes, også på økologiske bedrifter, men deres set-up og effekt er ofte mindre specifikt for landbrugssystemet.

Forholdene omkring feed-in-tarifferne har stor indflydelse på biogasanlægs størrelse og set-up. De følgende eksempler er placeret i Tyskland og Østrig – lande hvor tarifferne har tilladt en rentabel drift af biogasanlæg.

Bioenergie Schmiechen: Kun kløvergræs og fast gødning

Biogas fra 100 % kløvergræs var målet for den mangeårige økologiske landmand Hubert Miller fra landsbyen Schmiechen i Bavaria/Tyskland, hvor han gik i kompagniskab med fire kolleger i 2005 for at gå ind i biogasproduktion. Biogasanlægget Bioenergie Schmiechen GmbH & Co. KG blev planlagt og bygget på en af Miller's marker i det åbne land.

Fokusset på brug af kløvergræs som biomasse førte til brug af tekniske komponenter, der sjældent var set i landbrugsbiogasanlæg: En slank reaktortank med den imponerende højde på 13 meter (m) er udstyret med en ophængt centralaksial omrøring til at klare den tyktflydende biomasse. I stedet for varmeslanger inde i reaktortanken, som kan blive

blokeret af fibre fra biomassen, pumpes biomassen gennem eksterne varmevekslere. Dette holder temperaturniveauet på mere end 40 °C og understøtter omrøringen af biomassen. El-produktionen fra den 350 kW CHP enhed sælges til det nationale net for en pris, der er fastsat for 20 års drift.

Efter flere års optimering af anlæggets drift fik driftslederen held med at producere biogasenergi fra en biomasseblanding med op til 98% kløvergræs. Omkring 40 økologiske landmænd, der bidrager med kløvergræs, accepterer op til 50 kilometer (km) for at få biogasgylle som gødning. Med primært husdyrløse bedrifter i området, er afgasset gylle for mange deltagere den eneste mulighed for at få en fleksibel økologisk gødning. For biogaslandmændene er biomasse som majsensilage kun en kortsigtet nødløsning, når biomasseleverandører stopper eller undlader at levere de nødvendige mængder: "Biogas skal tjene fødevarereproduktion vha. en forbedret næringsstofforsyning", siger Miller.



Figur 17: Hubert Miller, økologisk planteavlser i Schmiechen/Tyskland siden 1980'erne, har drevet et 350 kW biogasanlæg med ekstra høj reaktortank og vertikal omrøring i 6 år. Han bruger en biomasseblanding med op til 98 % kløvergræs fra 40 økologiske bedrifter. Foto: F. Gerlach, MEP.

Den robuste teknologi giver Bioenergie Schmiechen mulighed for at håndtere andet

overskudsmateriale, som det bliver tilgængeligt. Efter flere år, hvor der kun blev brugt plantebiomasse, drives biogasanlægget for tiden med en blanding af biomasser, der inkluderer op til 40 % fast gødning.

Brug af varme, der produceres af CHP-enheden, har indtil nu kun været en delvis succes. Planer om store tørrefaciliteter til landbruget og andre biomasser er blevet forhindret af lokalområdet. Det vil forblive et åbent spørgsmål om afstandtagen fra industriel udvikling udenfor bebyggede områder eller skepsis overfor biogasproduktion var den afgørende årsag. Imidlertid bruges varmen til selve biogasprocessen og til tørring af træflis og græs.

Miller, som driver anlægget, indrømmer, at det tog mange erfaringer, at opnå normal drift. Eftersom biogasanlægget var det første af sin slags, udelukkende med fokus på kløvergræs, var det nødvendigt med omfattende ombygninger og tilpasning for at løse de tekniske og biologiske vanskeligheder i de to første driftsår. I dag kan Miller, der stadig tester og optimerer, basere sit arbejde på et produktionssystem, der virker. Han er overbevist om at økologiske landmænd kan tage en

hurtigere vej til en vellykket biogasproduktion, ved at lære fra erfarne kolleger.

Krumbecker Hof: En blanding der virker

Siden 1991 har Krumbecker Hof haft fokus på økologisk planteavl med et lille husdyrhold. Krumbecker Hof er en nordtysk gård, som har et tæt samarbejde med et økologisk nabogartneri.

Siden 2010 er aktiviteterne på de 230 ha blevet suppleret med et nøglefærdigt biogasanlæg med 160 kW_{el}, lavet af en leverandør, der er specialist i forarbejdning af fiberholdige biomasser.

Den væsentligste factor for driftsleder Gerhard Mosers beslutning om opstart af biogasproduktion har været effekten på jordfrugtbarheden og næringsstofstyringen. Han forklarer: "Valget stod mellem enten at optrappe dyreholdet eller at begive sig ind i biogasproduktion." Selv som biodynamisk landmand, der specielt værdsætter kvaliteten af kvægmøg ift. jordfrugtbarheden, ser Moser biogas som et værdifuldt alternativ til husdyrhold.

Tabel 6: Fakta fra Bioenergie Schmiechen and Krumbecker Hof

Fakta	Bioenergie Schmiechen	Krumbecker Hof
Sted	86511 Schmiechen, Tyskland	23617 Stockelsdorf, Tyskland
Virksomhedsstruktur	GmbH & Co KG ¹⁰ , samarbejde mellem 5 husdyrløse brug	Enkeltmandsbedrift
Produktionsstart	2005	2010
Investering	1,3 million Euro	0,9 million Euro
Anlægsstørrelse (CHP units)	350 kW _{el}	160 kW _{el}
Biomasse input	60-98 % kløvergræs, 0-10 % majsensilage, 0-2 % rug, 0-40 % kvæggødning	60 % kløvergræs, 25 % kvæggødning, 15 % heste- og fjerkræmøg, mølleri-restprodukter
Biomasse leverancer fra andre bedrifter	Kløvergræs fra op til 40 økologiske bedrifter (max. 50 km radius); gødning fra økologiske og konventionelle	Økologisk fjerkrægødning, konventionel kvæggødning, økologiske restprodukter fra mølleri
Energiudbytte pr. år	2800 MWh _{el} , 1360 MWh _{th}	1200 MWh _{el} , 1400 MWh _{th}
Brug af overskudsvarme	Tørring: Træflis og græs	Fjernvarme, korntørring

¹⁰ Kommanditselskab med aktieselskabet som komplementar.

Omkring 60 % af biomassen laves af landmandens eget kløvergræs. Kvæg- og hestegødning stabiliserer forgæringsprocessen. Biomassen i reaktortanken suppleres med økologisk fjerkrægødning og restprodukter fra den økologiske mølleriindustri. Moser er afhængig af robuste standardteknologier med nogle specielle tilpasninger. Efter skader og driftsstop i det første år, delvist forårsaget af dårligt håndværk, kører biogasanlægget nu forholdsvis pålideligt.

Mens elektriciteten bruges i det nationale net, bruges overskudsvarmen til opvarmning af bygninger, omkring 10 privatboliger og korntørningsanlæg. Den elektricitet biogasanlægget skal bruge til driften, produceres på bedriftens egne vindmøller.



Figur 18: Et biogasanlæg fra en totalleverandør klarer opgaven på den økologiske Krumbecker Hof. Driftsleder Gerhard Moser (det lille foto). Fotos: F. Gerlach, FiBL.

Bannsteinhof: Økologisk dyrkning

I den bakkede tyske region Palatine ligger Bannsteinhof, en klassisk økologisk bedrift med 150 ha dyrket jord, græsarealer, omkring 40 køer, nogle grise og høns samt en lille gårdbutik. For Achim and Margit Rufs familiebedrift var beslutningen om at drive eget biogasanlæg en proces, der startede tilbage i 1990'erne, da de læste om biogas i landbrugsblad.

Otte år efter at have omlagt deres bedrift til økologisk landbrug etablerede familien Ruf et lille biogasanlæg med 75 kW_{el} på deres bedrift. Så snart

det gik op for dem at arbejdsbelastningen og investeringen kun ville stige lidt med en større kapacitet, blev anlægget tre år senere udvidet til 180 kW_{el}.

Bannsteinhof biogasanlægget er et typisk enkeltbedrifts anlæg: Mere end to tredjedele af biomassen kommer fra egen bedrift, det meste af afgasset gylle bruges på bedriftens egne marker og varmen bruges til beboelsen samt til korntørningsanlæg. I reaktortanken suppleres der med gylle, kløvergræs og ensilage fra naturpleje af græsarealer med høj biodiversitet. Der bruges ikke energiafgrøder.

Achim Ruf er tryk ved driften af anlægget og med de økonomiske afkast. Imidlertid bliver det tydeligt, at familiebrugets tidshorisont er langsigtet, da han forventer at køre med anlægget i 20 år, og derfor mener det er for tidligt, at lave en samlet vurdering af hans biogasprojekt.



Figur 19: Bannsteinhof: At separere afgasset gylle (til venstre) giver den økologiske landmand valget mellem en fast forgæringsrest eller en flydende forgæringsrest med meget lavt tørstofindhold, som passer til udbringning på afgrøder i vækst. Foto: A. Ruf, Bannsteinhof.

Graskraft Steindorf: Succes med samarbejde

Hvad med at drive et bæredygtigt biogasprojekt med et forretningsvolumen på 430.000 Euro sammen med 54 landmænd uden at fortrænge fødevarerproduktion eller bruge majs? Det registrerede fællesskab Graskraft Steindorf har gjort det med succes siden 2010. Fra det udbytte der er

fra 250 ha græs kan partnerne – nogle af dem økologiske landmænd i mere end 20 år – producere 1,2 millioner kubikmeter (m³) biogas. "Specielt det 3. og 4. slet kan ofte ikke bruges til hø pga. ustabile vejforhold. At bruge græsset i biogasprocessen er et reelt alternativ" udtaler en landmand.

Grundlaget for dette samarbejde er åben kommunikation mellem alle partnerne, f.eks. vedrørende koordinering af høsttidspunkterne. Et andet vigtigt spørgsmål er kvalitetsstyring. At analysere indholdet af al biomasse, der kommer ind er en standardprocedure. På den måde føler ingen sig dårlig behandlet.

Ud over 16 ton græs tilføres dagligt 5 m³ gylle til de to tanke på biogasanlægget. Selv med 54 partnere er den gennemsnitlige transportafstand kun 3,1 km. 70 % af metanen, der produceres bliver opgraderet og sendt ind på naturgasnettet. Resten bruges i en 330 kW CHP-enhed. Motoren kører akkurat nok til at producere den energi, der kræves til driften af anlægget.

Sammenslutningen Graskraft Steindorf nyder stadig deres samarbejde. Når man spørger til deres fremtidsperspektiver, viser de, at de stadig er åbne for at flere landmænd i området kan levere

biomasse til produktion af nødvendige produkter, som biometan som brændstof til biler, så det kan erstatte importeret fossile brændstoffer.



Figur 20: Graskraft Steindorf-fællesskabet viser hvordan en økonomisk mulig anlægsstørrelse kan opnås med et samarbejde mellem mange landmænd. Foto: P. Stiegler; Energiewerkstatt.

Vil du gerne vide mere om biogasproduktion på økologiske bedrifter? Læs SUSTAINGAS "Bedste Praksis"-håndbogen, som omfatter mere end 20 projekter fra hele Europa. Håndbogen kan downloades på www.sustainingas.eu/bestpractice.html.

Tabel 7: Fakta for Bannsteinhof og Graskraft Steindorf

Fakta	Bannsteinhof	Graskraft Steindorf
Sted	66482 Zweibrücken, Tyskland	5204 Strasswalchen, Østrig
Virksomhedsstruktur	Enkeltmandsvirksomhed	Kooperativ: 54 landmænd og 4 ikke-landmænd
Produktionsstart	2009	2010
Investering	1,2 millioner Euro	2 millioner Euro
Anlægsstørrelse (CHP units)	180 kWel	330 kWel + biogasopgradering
Biomasse input	60 % økologisk kløvergræs, 40 % husdyrgødning	70 % græs (mest økologisk), 30 % husdyrgødning
Biomasse leverancer fra andre bedrifter	30 % fra lokale økologiske bedrifter	100 % fra medlemmer af fællesskabet
Energiudbytte pr. år	1500 MWhel,	1,2 millioner m ³ biogas p.a. (svarende til 7.000 MWh)
Brug af overskudsvarme	Fjernvarme, tørring af korn og urter	70 % biogas sendes i naturgasnettet

7 At komme igang

Dette kapitel er en praktisk tilgang til emnet. Efter at have gennemgået planlægningen af et projekt vil spørgsmål omkring etablering af biogasproduktion på økologiske bedrifter blive forklaret.

Biomasseforsyning, biogasproduktion samt brug af biogassen og brugen af restmaterialer vil blive gennemgået. Gennem hele kapitlet vil fokus være på aspekter, der er specifikke for etablering af biogasproduktion på økologiske bedrifter i praksis.

“Begynd ved begyndelsen,” sagde kongen alvorligt, ‘og derefter skal du fortsætte til du kommer til slutningen: stop her.’”¹¹

Tja...ja, men hvor nøjagtig er begyndelsen?

De fleste biogasprojekter starter med en eller flere af de følgende ideer om, hvordan man kan forbedre den nuværende bedrifts rammer:

- Bedre anvendelse af restmaterialer fra bedriften
- Forbedre forsyning og kvalitet af gødning og næringsstoffer
- Produktion af vedvarende energi
- Større mangfoldighed af bedriftens produktioner
- Større mangfoldighed i sædskiftet
- Undgå lugt fra husdyrgødning og gylle
- Investering af tilgængelige midler

Vellykkede biogasprojekter kan give alle, eller de fleste af de ovennævnte fordele, men der er en masse forskellige aspekter, der skal overvejes grundigt før projektet påbegyndes. Dette kapitel vil hovedsageligt skitsere problemstillinger, der er specifikke for økologiske bedrifter, og som er vigtige for planlægning og drift af et biogasanlæg. Nybegyndere indenfor biogasområdet vil have behov

for at finde flere generelle oplysninger fra andre kilder.¹²

Første trin

Er biogas det rette projekt for mig? Før man starter planlægningsfasen, bør landmanden overveje dette spørgsmål. Det kan hjælpe at se, hvordan andre økologiske landmænd ser på fordele og problemer ved deres egne biogasprojekter. Nogle overser de sociale konsekvenser biogasproduktion har i lokalsamfundet. At vælge de rette samarbejdspartnere og et passende omfang af biogasproduktion kan være afgørende for et vellykket projekt.

Vil det virkelig fungere?

Papir er taknemmeligt, men intet er så uforudsigeligt som virkeligheden. SUSTAIN GAS har spurgt biogaslandmænd og andre biogaseksperter om deres erfaringer. Hvad virkede? Hvad er faldgruberne? Resultaterne taler et tydeligt sprog: Økologisk biogas har mange fordele for planteavlssystemet og øger høstudbyttet. Indkøb af biomasse til rimelige priser og sikring af en velfungerende drift er de to primære udfordringer. Landmændenes erfaringer kan omsættes til anbefalinger om, hvordan man skruer et succesfuldt biogasprojekt sammen:

- Gå kun i gang, hvis du får et *rimeligt afkast* ud af din indsats. Dette vil hovedsageligt afhænge af tarifferne for biogase energi i dit land.
- *Markedssituationen* vil i vid udstrækning afgøre, hvilken anlægsstørrelse, koncept og brug af biogas, der er mulig i netop din situation.
- *Søg rådgivning* hos folk, der har erfaring med økologisk biogas.
- *Tilladelser og regler* vil koste tid og energi.

¹¹ Fra: Carroll L. (1865): Alice's Adventures in Wonderland. MacMillan, New York.

¹² For yderligere informationer se kapitlet “Yderligere informationer”.



Figur 21: Biogasanlægget skal være i drift 365 dage om året. Foto: N. Hölzer, MEP.

Størrelsen betyder noget: Små biogasanlæg er dyre at bygge og drive i forhold til deres kapacitet og output. Desuden er gør-det-selv koncepter begrænset af risikoovervejelser og stigende krav til sikkerhed og overholdelse af regler. På den anden side er anlægsstørrelsen begrænset af mængden af biomasse, der er til rådighed på rimelige vilkår. Efterspørgsel og pris aftaler for varme, el og/eller gas bør også påvirke dit valg af anlæggets størrelse.

- *Hold biomasseomkostningerne nede:* Sikring af tilstrækkelig biomasse på lang sigt skal indgå i starten af ethvert projekt. At gennemføre projektet i samarbejde med andre landmænd kan være en mulighed; kontrakter med andre husdyrløse bedrifter om udveksling af biomasse og forgæringsrest er en anden mulighed. At sørge for at anlægget kan håndtere en lang række forskellige afgrøder og restprodukter mindsker risikoen for stigende biomassepriser. Se ikke bort fra høst- og transportomkostninger – de kan veje tungt i budgettet.
- *Lad ikke fejlfinding tage al din fritid.* Tekniske og organisatoriske problemer kan give dyre stilstandsperioder og kan øge driftsomkostningerne markant. Nedsæt risikoen ved omhyggelig planlægning, professionel drift og dokumentation, samt noget buffertid til uventede uheld. Et anlæg, der kører problemfrit kræver mindre end en halv dags arbejde, men kan hurtigt blive til et fuldtidsjob, så snart der er problemer.

- *Overvej forbehandling af biomasse:* Der findes en række forskellige strategier til at forkorte fibre og åbne planteceller, f.eks. ved knusning, opvarmning, elektrokinetisk eller biologisk behandling alene, eller i kombination. Dette kan øge hastigheden på forgæringsprocessen, øge biogasudbyttet og mindske de tekniske problemer, specielt når der bruges tyktflydende og fiberrigt materiale. I undersøgelsen var de fleste af de landmænd, der havde en holdning til forbehandlingsmetoder meget tilfredse.
- *Kopier ikke andre bedrifters koncepter:* Betingelserne for et økologiske biogaskoncept er ofte specifikt tilpassede den enkelte bedrift. At lære fra projekter med erfaring er afgørende, men hvert enkelt projekt skal tilpasses de lokale forhold.
- *Hold øje med energiforbruget:* Mellem 5-15% af elproduktionen skal bruges til drift af biogasanlægget – specielt omrøring og pumpning bruger en væsentlig mængde energi. Omhyggelig planlægning og løbende forbedringer i produktionsfasen er nødvendigt for at begrænse strømforbruget.



Figur 22: For mellemstore og store biogasanlæg kan forbehandlingsteknikker som denne kombinationen af hammermølle og specielle mikroorganisme forbedre effektivitet og stabilitet. Foto: F. Gerlach, FiBL.

- *Lav det holdbart:* Teknologien skal være robust og egnet til at håndtere faste fiberrige biomasser. Mange eksisterende anlæg har opgraderet udstyret til indfødnings af biomasse, til omrøring af biomassen i reaktortanken og til

pumpning. Her er robust og velfungerende teknologi afgørende.

- *Afgasset gylle:* Mere lagerplads – mere anlægsydelse. Lagerplads til afgasset gylle er påkrævet for at opfylde lovgivningen. Mere lagerplads kan forbedre udbytterne i afgrøderne. I driftssystemer er det nødvendigt, at afgasset gylle opbevares i op til 9 måneder eller mere for at sikre udspreddning på de optimale tidspunkter, hvor næringsstofferne udnyttes bedst. Betal for lagerplads én gang og få det ekstra udbytte hvert år!
- *Energiproduktion:* brug din varme. Energiproduktion fra biogas på bedriften giver kun mening, hvis overskudsproduktionen af varme udnyttes. Sørg for at der er brug for varmen i lokalområdet før anlægsplaceringen fastlægges.



Figur 23: Varmedistribution i biogasanlægget. Professionelle koncepter kan udnytte en stor del af varmeproduktionen. Foto: MEP.

Biogas – et socialt projekt

Kommunikation kommer først – lang tid før teknologi og mikrobiologi kommer på tale. For de fleste biogasprojekter har du brug for samarbejde, støtte eller i det mindste accept fra leverandører, myndigheder, landmandskolleger, naboer og/eller lokale medier. Selv om dit projekt er lille og selvstående, kan du have brug for at sælge overskudsvarme til naboer og du har brug for plantilladelser for projektet. Lokal støtte kan give

betydelige fordele, hvorimod naboer eller lokale myndigheder, der er imod kan bringe hele projektets overlevelse i fare.

Mange lokalsamfund forstår at økologisk biogas kan være en reel fordel for området. Ud over den generelle fordel der er ved at have en producent af bæredygtig vedvarende energi i byen, vil fællesskabet modtage ekstra skatter - forudsat projektet giver afkast. Hvis der er mulighed for at behandle lokale restprodukter i biogasanlægget eller for at etablere fjernvarme til privatboliger eller offentlige bygninger, er der endnu mere mærkbare fordele for lokalsamfundet. Biogasanlæg med brug af gødning på bedriften vil reducere lugten væsentligt – et godt argument for svine- og fjerkræbedrifter.

På den anden side er der mange mennesker, der tror at biogasanlæg vil blive en yderligere kilde til dårlig lugt, selv om det kun er sandt for anlæg, der behandler biologisk affald eller for anlæg, der drives dårligt. I nogle lande har en udbredt brug af energiafgrøder som majs næret frygten for uønskede ændringerne i landskabet, selv hvis det har drejet sig om økologiske projekter. Desuden vil en stigning af tung trafik på små veje, som er forbundet med transport af plantebiomasse og gylle, være upopulær, især hvis det berører beboelsesområder. Biogas som en eksplosiv substans skaber frygt for at det er farligt for nærområdet og for vandet. Støj og landskabsændringer forårsaget af byggeprocessen skal der også tages højde for. Tilføj en generel skepsis for forandringer i nogle samfund og du vil vide, hvorfor du bør overbevise din familie, naboer, kolleger og hele samfundet tidligt, om at et økologisk biogasanlæg i deres nærområde ikke kun vil være profit for din bedrift men også for lokalområdet. Husk: Der findes ikke sådan noget som "et almindeligt biogasanlæg". Fordele og ulemper vil altid være forbundet specifikt til dit projekt.

Indsats i forhold til lokalsamfundet: Med et sammenhængende koncept som bæredygtig økologisk biogas og professionel drift vil du have argumenterne på din side til at overbevise lokalsamfundet. Vejen til succesfuld kommunikation er ens i de fleste projekter, men biogas er ofte det første intense behov for offentlig kommunikation,

der opstår på en bedrift. Her er et par ting, der er vigtige at huske, når du taler til dit lokalområde:

- Fortæl nyheden før der opstår rygter
- Hold dig til sandheden
- Lov kun, hvad du kan holde
- Nogle naboer vil blive påvirket mere af dine biogasaktiviteter end andre. De har brug for speciel opmærksomhed.
- Vær fremsynet: Overvej løsninger før dine naboer ser problemerne
- Prøv virkelig at forstå folks synspunkt, selv om du ikke deler det
- Det handler meget om følelser og erfaringer: Tal positivt og vis din begejstring
- Sørg for at de lokale medier virkelig forstår, hvad du planlægger

Offentlig information: I lokalområdet kan en masse tillid og støtte opnås ved at bruge uformelle kanaler. Der er intet så uformelt som en snak i den lokale butik eller over et hegn, en diskussion på markedet eller en snak et lokalt forsamlingssted. Desuden kan nogle formelle tiltag være nyttige og nødvendige:

- Tidligt i planlægningen: Præsentation og diskussion af projektet med de lokale myndigheder tæt fult af en offentlig præsentation/diskussion
- Projektwebsted og/eller et offentligt notat, der informerer om status på projektet
- Arrangeret besøg på et andet (økologisk) biogasanlæg for folk fra lokalområdet
- Diskussionsforum med eksterne eksperter (specielt hvis der er fokus på specifikke emner i den lokale diskussion)
- Kontakt til medier: Pressemeldelse, informationer til lokale journalister, invitation til besøg på bedriften
- Åbent Landbrug ved opstart af driften

Erfaringer: Støtte fra lokalsamfundet er en afgørende faktor. Her er hvad biogasproducenter har oplevet:

- "Da vi holdt op med at drive biogasanlæg efter mange år, begyndte naboerne igen at kunne lugte kyllingemøget, fordi det ikke længere blev fermenteret. De bad os starte med produktion af biogas igen."
- "Beslutningen om vores fjernvarme var politisk. For at få offentlighedens accept af biogasproduktion, har vi brug for at naboerne får del i fordelene ved vores biogasproduktion"
- "Planlægningen blev stoppet efter tre år fordi lokalsamfundet var imod projektet med et økologisk biogasanlæg."
- "Tilladelsen til at udvide vores biogasproduktion blev bundet sammen med forpligtelsen til at forsyne lokalområdet med energi."



Figur 24: Besøg på et "bedst praksis"-biogasanlæg med kolleger og lokalbefolkningen vil hjælpe med kommunikationen om vores biogasprojekt.
Foto: W. Baaske, STUDIA.

Valg af partnere, søgning af viden

Traditionelt har landmænd på familiebrug fået størstedelen af deres viden fra deres forældre og bedsteforældre. Det er anderledes med biogas: Mens viden om mekanik, teknologi, biologi og økonomi er værdifuldt for alle, der begiver sig ind i biogasområdet, er specifik biogasviden hos familie, kolleger eller egne konsulenter ofte sparsomme. Der

er brug for information, uddannelse og rådgivning. Landmænd med interesse for biogas bør tilegne sig mere viden og sikre sig, at de har kompetente partnere, der kan hjælpe med beslutninger og med at finde løsninger, når der opstår problemer.

Fortræk konsulenter, der har erfaring med økologisk biogas og/eller anlæg, der behandler tørstofrig og fiberholdig biomasse. Det kan være biogasrådgivere, økologiske landbrugskonsulenter eller erfarne driftsledere på økologiske biogasanlæg. Du kan ikke altid få al den nødvendige information fra en enkelt person.

Sammen kan gøre stærkere: Overvej at indgå i biogas sammen med økologiske landmandskolleger fra området. Dette kan reducere omkostningerne, sikre tilstrækkelig biomasseforsyning og øge know-how i driften. Før du forpligter dig i et samarbejde skal du tjekke om du og din partner har fælles mål, en ens holdning til samarbejde og en fælles forståelse af opgaven. Få juridisk og finansiell rådgivning, når detaljerne for samarbejdet skal fastsættes.

Sørg for at byggefirmaer og leverandører af biogasteknologi er erfarne med den type anlæg du ønsker at bygge. Besøg projekter i drift og tal med driftslederne. Vælg en totalleverandør eller søg erfarne og kompetent rådgivning omkring foreneligheden af komponenter, så der sikres en gnidningsfri proces.

Indhent juridisk bistand til udarbejdelse og bekræftelse af kontrakten med anlægsleverandøren. Kontrakten bør indeholde garantier for driftssikkerheden af ikke kun enkelte dele, men også for det samlede system (varme, omrøring, pumpning, hydraulik, styring af flydelag osv.).

Af al den nødvendige og værdifulde rådgivning du vil få, er den første og bedste ekspert nødt til at være dig som driftsleder på lige netop dit anlæg. Dette er specielt sandt for biogas på økologiske landbrug, da forholdene varierer mere end for de fleste konventionelle anlæg, og biogasspecialister har ofte begrænset erfaring med sådanne projekter. Kun de, der kender driften ud og ind fra de daglige erfaringer vil være i stand til at tage alle parametre i betragtning. I sidste ende kan selv den mest erfarne

eksperts rådgivning kun være så god som den information driftslederen har givet ham. Derfor er det bedste du kan gøre at arbejde på at opbygge din egen biogas know-how. Uddannelse, opkvalificering og en fortsat søgen efter bedre og aktuel viden er et stort skridt mod en vellykket biogasdrift.

Stort eller lille?

Den rette beslutning om biogasanlæggets kapacitet er afgørende for succesen og meget mere kompleks end bare at gange investeringer, input og output op. Det følgende eksempel viser de mange forskellige muligheder og udfordringer ved forskellige anlægsstørrelser (se Tabel 8):

Mens *små anlæg* med mindre end 100 kW_{el} kan drives som enkeltmands anlæg selv fra bedrifter af en moderat størrelse, kan den relativt høje investering selv for anlæg med enkelt teknologi forårsage alvorlige vanskeligheder for anlæggets økonomi. Men på trods af lav el-effektivitet fra en lille CHP-motor, kan en intelligent samtænkning af biomassetilførsel, brug af forgæringsrest og brug af overskudsvarme indenfor bedriften give en fremragende samlet effektivitet.

For *mellemstørrelse anlæg* op til omkring 500 kW ligger den største udfordring ofte i at sikre nok biomasse på langtidskontrakter. Brug af overskudsvarme kan også være en udfordring, da anlægget producerer mere varme end de fleste landmænd kan bruge, men fjernvarme for denne størrelse anlæg er kun mulig, hvis anlægget ligger tæt nok på varmeaftageren. Biogasbyggefirmaer tilbyder en række afprøvede og testede nøglefærdige anlæg, som kan have behov for at blive tilpasset til den biomasse, der skal anvendes.

Store anlæg drives typisk i samarbejde med andre landmænd. Myndighedsgodkendelser kan blive en udfordring, da disse anlæg ikke længere ses som en del af bedriften. Drifts- og transportomkostninger kan stige for denne størrelse anlæg, men udviklinger som opgradering af biogas til naturgasnettet, omfattende brug af produceret varme eller direkte markedsføring er mulige for denne størrelse.

En sikker begrænsning af anlægsstørrelsen er mængden af tilgængelig biomasse på sigt. Mens et lille anlæg kan være i stand til at finde nye kilder til ekstra biomasse, vil et stort anlæg med en for optimistisk beregning af biomassebehov løbe ind i alvorlige problemer. Trods alt skal et lille

biogasanlæg på 75 kW bruge biomasse fra omkring 30-50 ha hvor et anlæg, der producerer 1.000 kW_{el} vil behandle biomasse fra 350-650 ha – en årlig mængde af biomasse fra økologiske bedrifter, som bør være sikret, før man indlader sig på et stort biogasprojekt.

Tabel 8: Strategier for biogasanlæg med forskellig kapacitet

Biogasanlæg	Lille < 100 kW	Mellem 100-500 kW	Stor > 500 kW
Passende for	Små bedrifter Bedrifter kun med husdyrproduktion Bedrifter med primært flerårige kulturer som frugt og vin.	Store bedrifter Bedrifter med mest planteproduktion (med grøngødning) Større gartneriproduktion	Flere større økologiske bedrifter indenfor en kort afstand. Potentiale for et fællesbiogasanlæg.
Ulemper	Høje specifikke omkostninger for biogasanlæg (kr pr kW) Driften ligger kun på landmanden Lavere elektrisk effektivitet i motoren	Afhængighed af ekstern biomasseforsyning Brug af overskudsvarme kan være en udfordring Transportomkostninger kan forekomme Der skal tages højde for passende samarbejdsaftaler med biomasseleverandørerne	Højere omkostninger pr. kW Transportomkostninger Dyrere og mere tidskrævende godkendelsesproces Juridiske samarbejdsaftaler skal udvikles Biomasse skal være til rådighed i forhold til anlægsstørrelsen.
Fordele	Tæt koblet med bedriftens betingelser Kun egen biomasse (ingen afhængighed) Ingen transportomkostninger Overskudsvarme bruges lokalt.	Lavere direkte omkostninger for biogasanlægget (kr pr kW) Højere el-effektivitet i CHP-motoren Ansatte kan deltage i driften af anlægget.	Kan udvikle et mere optimalt salg af energi, som opgradering til naturgasnettet. Specialiseret driftsleder kan ansættes.
Strategier	Hensigtsmæssige gør-det-selv koncepter eller simple nøglefærdige koncepter.	Passende nøglefærdigt anlæg. Økologisk biomasse skal sikres ved aftaler med leverandører. Import af konventionel biomasse i en overgangsperiode. Omlægning af nabobedrifter til økologisk drift.	Der kan blive råd til et skræddersyet biogasanlæg. Alternativ marketing strategier kan undersøges

Kilde: Tersbøl M., og Malm L. (2013): Financial Performance of Organic Biogas Production. SUSTAINGAS Report D 3.1, online på www.sustaingas.eu/strategy.html.

Finansiering: At blive i førersædet

Med et biogasanlæg etablerer landmænd et semi-industrielt anlæg på deres bedrift. Investeringskravet er betydeligt (normalt mellem 1,5 million og et tocifret millionbeløb afhængig af størrelsen).

For projekter i økologisk jordbrug anses brugen af fremmed kapital fra investorer som kritisk. Ofte er fordelene fra økologisk biogas i det økologiske jordbrugssystem for komplekse for partnere, der deltager udelukkende for at få et økonomisk afkast. Især, hvis investorerne ikke har forbindelse til økologisk jordbrug kan deres kontrol over projektet bringe synergien mellem biogas og økologisk landbrugsdrift i fare. Landmænd bør derfor se sig om efter partnere med en fælles forståelse af biogasprojektet og dets målsætninger.

Biomasseforsyning

En vigtig udfordring ved etablering af et biogasanlæg er at få nok biomasse til en overkommelig og stabil pris. Da tilgængeligheden af biomasse vil bestemme kapaciteten og teknologien i projektet bør dette emne undersøges i den tidlige planlægningsfase og før etableringen af anlægget. Med mindre hele biomassemængden kommer fra biogasproducentens egen bedrift er langtidskontrakter afgørende. Det er afgørende for økonomien i det økologiske biogasanlæg, at blive enige med biomasseleverandørerne om gensidig forpligtende og gavnlige langtidskontrakter om udveksling af biomasse og gødning.

Overskydende biomasse fra økologiske bedrifter

For økologiske landmænd, der leverer overskudsbiomasse til et biogasanlæg betyder det en eksklusiv adgang til god økologisk gødning (forgæringsrest). Specielt for bedrifter med lavt husdyrhold kan dette forbedre resultatet i hele sædskiftet. De der driver et økologisk biogasanlæg, har på den anden side også brug for pålidelige

økologiske kilder til tilstrækkelig biomasse til en stabil og rimelig pris. Det er derfor landmænd skal samarbejde og afkoble biomasseforsyningen fra markedsprisen med langtidskontrakter, der inkluderer overkommelige biomassepriser for biogasanlægget samt pålidelig forsyning af forgæringsrest til planteavlsbedriften.

Økologiske avlere har gavn af at optimere deres sædskifte. Derfor har de interesse i at sælge grøngødning til biogasanlæg i bytte for forgæringsrest som gødning.

Fokus for biomasseindkøb bør være på restbiomasser som grøngødning, efterafgrøder/mellemafgrøder og husdyrgødning. Yderligere neddeling for at opnå en bedre fordøjelighed gør andre biomasser som afklip fra naturpleje og halm tilgængelig for biogasprocessen.



Figur 25: Høst af kløvergræs til biogas. Foto: agrarfoto.at.

Kløvergræs: Det er blandingen, der gør det

Kløvergræs er et ideelt biogassubstrat til økologiske bedrifter. Gavnlig for jorden og hele sædskiftet, brugen til biogas gør kløvergræsset til en salgsafgrøde – selv på husdyrløse bedrifter. Men det høje indhold af fiber og kvælstof i biomassen er en betydelig udfordring for biogasanlæg, hvis kløvergræs bruges som den overvejende biomasse. En mindre andel af gylle, passende rester, eller – hvis det ikke er tilgængeligt – energiafgrøder som kornensilage eller endda majsensilage kan give en lettere og mere effektiv drift af anlægget.

Ikke-landbrugsrester og organisk affald

At bruge organisk materiale som husholdningsaffald og rester fra fødevareindustrien leder henimod en cirkulær næringsstofcyklus, men det skal overvejes med varsomhed: Risikoen for at introducere sygdomme, skadelige stoffer eller genmodificeret materiale ind i landbrugssystemet skal undgås. Også national lovgivning, feed-in-tariffer eller de økologiske regler vil ofte forbyde brug af affald i landbrugsmæssige biogasanlæg eller på økologiske bedrifter. Egenskaberne fra de mange affaldsmaterialer varierer meget fra læs til læs, hvilket gør dem svære at håndtere i forgæringsprocessen. På nuværende tidspunkt foretrækker økologiske biogasanlæg derfor normalt biprodukter og rester fra økologisk fødevareproduktion med en lav forureningsrisiko og et forudsigeligt biogaspotentiale, som korn-frærens.

Mens kilder og håndtering af ikke-landbrugsrester vil variere meget afhængig af dit område og den pågældende materialetype, så kan nogle af de følgende forslag og spørgsmål hjælpe dig med at få en idé om, hvilke ting du skal overveje, hvis du ønsker at bruge disse biomasser:

- Find ud af hvilke overskudsmaterialer, der er tilgængelige i dit område. Nyttige kontakter kan være (økologiske) fødevare- og fodervirksomheder samt kommunale affaldsvirksomheder.
- Tjek lovkravene for behandling af de rest- og affaldsmaterialer, der er på talte og - lige så vigtigt – kravene ved brug af afgasset gylle som gødning på økologiske marker.
- Hvilke materialer er muligt at bruge til forarbejdning i et landbrugsmæssigt biogasanlæg? Omsættelighed, næringsstofindhold, håndteringskrav, ensartetheden af biomassekvaliteten og risikoen for forurening med skadelige stoffer eller sygdomme skal undersøges.
- Er dit planlagte eller eksisterende anlæg udstyret til at kunne håndtere biomassen teknisk (indfødning, omrøring osv.) og mikrobielt (temperatur, biomasseblanding,

sikkerhedsudstyr, analyseudstyr)? Hvilke ekstra investeringer vil være nødvendige for at kunne håndtere biomassen?

- Kan du opnå know-how, så du kan håndtere biomassen med succes?
- Hvilke kvaliteter er tilgængelige på hvilke betingelser? Vil affaldsproducenten betale for at komme af med det, eller vil der blive en omkostning for biogasanlægget? Det afhænger meget af om der er andre afsætningsmuligheder for producenten.
- Vil biomassen, det drejer sig om, øge risikoen for dårlig lugt i området?
- Vil de importerede næringsstoffer af ikke-landbrugsbiomasse bidrage til balance i næringsstofsituationen på bedriften eller bør du overveje at sælge overskudsnæringsstoffer som økologisk gødning?



Figur 26: Fjerkrægødning giver højt biogasudbytte og vil ikke længere lugte efter forgæring. Den høje kvælstofindhold begrænser dens brug som biomasse. Foto: R. Newman, BMLFUW.

Second choice: Energiafgrøder

Energiafgrøder der primært dyrkes til biogasproduktion er kun "second choice": De bruger jord, hvor der kunne have været dyrket fødevarer. Husk på: Til forskel fra økologisk dyrkede fødevarer eller foder, er der ingen ekstrabetaling for økologisk dyrket biomasse på energimarkedet. Nogle økologiske organisationer begrænser andelen af energiafgrøder i økologiske biogasanlæg.

Energianlæg kan dog spille en rolle, når det er fordelagtigt for planteavlssystemet eller nødvendigt for at skabe en balanceret "madpakke" til reaktortanken. Ligesom køer har biogasanlæg brug for næringsstoffer i de rette mængder. Ved udelukkende brug af tilgængelige rester og overskudsmaterialer kan det resultere i en ubalance i biogasprocessen. I dette tilfælde kan en tilsætning af passende energiafgrøder øge produktiviteten i biogasproduktionen.

100% økologisk?

Økologisk Landbrug har til hensigt at udvikle et selvforsynende system. Biomasse fra konventionelt landbrug bør derfor kun ses som en midlertidig løsning, hvis der ikke er nok biomasse til rådighed. Men måske kan det at supplere biomassen med rester fra konventionelle landbrug (f.eks. gødning, kløvergræs eller rester fra landskabspleje) være et alternativ til at bruge energiafgrøder.

For at forbedre biomasseforsyningerne, skal omlægning af de konventionelle bedrifter i området fremmes – med det ekstra argument om sikring af gødningsforsyning.

Spørgsmålet om bæredygtigt input til økologisk biogasanlæg diskuteres stadig. Afhængig af fokus

(energiproduktion, jordfrugtbarhed, klimaforandring, brug af landbrugsarealer, forurening, ressourceeffektivitet og/eller næringsstofkredsløb) og regionale forhold er tilgangen forskellig med hensyn til brugen af energiafgrøder, biomasse fra konventionelt landbrug og organisk affald.

For mere information om andelen af økologisk biomasse i biogasanlæg se SUSTAINGAS-beskrivelsen af økologisk biogas på side 8 og i tabel 2 om økologiske regler på side 11.

Biomassekvalitet

For mange biomasser findes der estimater for metanudbyttet i konventionelt landbrug. Man kan bruge disse tal som et groft skøn. Eftersom vand ikke producerer metan, skal du sikre dig, at sammenligne biomasser med et defineret (økologisk) tørstofindhold. sig, Som du kender det fra analyser af foderstof og økologisk gødning, skal du have bedriftens eget materiale analyseret for at få de nøjagtige oplysninger. Om du når de anslåede udbytter vil det i høj grad afhænge af effektiviteten af din biogasproces.

Tabel 9: Typiske biomasser til økologisk biogasproduktion (udvalg)

Biomasser	Omtrentlig årlig produktion (t frisk masse pr. Ha eller pr. malkeko)	Tørstofindhold (%)	Biogasudbytte (Nm ³ pr t frisk amteriale)	Metanindhold i biogas (%)
Kvæggylle	19	10	30	55
Kvæggødning	13 ¹³	25	96	55
Naturplejegræs	5-12	50	128	50
Rugensilage (grøn rug)	10-15	25	135	53
Kløvergræsensilage	16-27	30	157	55
Majsensilage ¹⁴	28-40	35	216	52

Kilde: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)(2013): Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, online på <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do>.

¹³ dybstrøelse

¹⁴ Majsensilage som hovedsubstratet i konventionel landbrugsbaseret biogasproduktion er taget med som en reference.

Biogas og planteavlsbedriften

På bedrifter, der har fokus på planteavl kan biogas være til stor gavn for høstudbytte, afgrødekvalitet og muligheden for at dyrke specielt krævende afgrøder (se kapitel 5 "Hvorfor økologisk biogas?"). Grunden til det er:

- Anvendelse af ellers uudnyttet plantebiomasse
- Tilbageførsel af næringsstoffer til markerne som let tilgængelig gødning, der også let kan opbevares.

Hvis du virkelig vil bruge fordelene ved biogas anbefaler vi at du reviderer dit dyrknings- og gødskningsystem:

- Dyrk en tilstrækkelig andel af grønne foderbælgplanter som kløver og/eller lucerne. En andel på 20-30% vil normalt tilføre sædskiftet tilstrækkeligt kvælstof. Hvor det er muligt kan dyrkning af bælgplanter i to år reducere omkostningerne og hjælpe med jordkvaliteten og ukrudtskontrol.
- Overvej efterafgrøder, mellemafgrøder og andre systemer, der kan høstes to gange årligt. Eftersom biogasafrøder kan høstes, når de stadig er grønne, er det muligt under mange forhold.
- En forbedret næringsstoftilgængelighed kan gøre det muligt for dig at eksperimentere med mere krævende afgrøder end før. At have mulighed for at bruge en fejlslagen høst til biogasproduktion vil mindske den økonomiske risiko, når høsten fejler.
- Gentænk hvordan du håndterer rester fra høsten. I stedet for at lade det ligge i marken, har du nu muligheden for at behandle dem i reaktortanken og bruge afgasset gylle det efterfølgende forår.
- Ukrudtsfrøene fra mange arter ødelægges, når de behandles i et biogasanlæg. Du kan bruge denne fordel til at reducere ukrudtstrykket i belastede marker.

Biogas på husdyr-/fjerkræbedrifter

Er dit fokus på husdyr, gris eller fjerkræ? Biogas kan gøre din husdyrgødning og gylle til energi uden at mindske dens værdi som gødning. Foder af dårlig kvalitet eller foderrester kan også bruges til biogas i stedet for til foder af ringe kvalitet (men: muggen materiale er ikke anvendeligt, heller ikke til biogas).

Ser man på klimaeffekten, er der ikke meget der kan gøres forkert: At opfange drivhusgassen metan fra husdyrgødningen, der ellers ville blive udledt til atmosfæren er en stor fordel for bedriftens klimaregnskab! En vigtig sideeffekt for svine- og fjerkræbedrifter og deres naboer: Afgasset gylle vil efter fermenteringen lugte meget mindre end ubehandlet gødning.



Figur 27: Svin laver fin gødning og gylle til biogasproduktion på Scharlhof/Tyskland.
Foto: V. Jaensch, RENAC.

Med mindre du driver en stor bedrift og bruger husdyrgødningen fra flere hundred dyreenheder og/eller gør stor brug af plantebiomassen fra din marker, vil din egen biomasse kun være tilstrækkeligt til et mindre anlæg. Samarbejde med andre økologiske landmænd kan gøre dig i stand til at lave et større biogasanlæg, hvilket normalt er mere rentabelt. Vær sikker på, at du kender kravene fra veterinærmyndighederne, hvis der skal bruges gødning fra mere end en bedrift. Reglerne kan omfatte hygiejninsering af biomassen, analyse for skadelige stoffer og/eller separate transportruter for gylle og forgæringsrest.

Biogasproduktion

En økologisk biogasdriftsleder forklarede det engang som: "At producere biogas med majsensilage og gylle er som at køre på motorvej, hvor det at bruge mest kløvergræs er som at køre langs et bjergspor." Dette betyder: Før man går i gang, skal man være sikker på at være gearet til det, den rette vejledning og den rette uddannelse! Hvor teknologi er et central spørgsmål, når man håndterer fiberrige biomasser, har omhyggelig procesmanagement også brug for særlig opmærksomhed.

Teknologi

Hvorfor er passende teknologi til økologiske biogasanlæg er nødt til at afvige fra konventionelle løsninger? Sammenlignet med biogasanlæg, der opererer på basis af majs og andre kornensilager, har biomassen i økologisk landbrug typisk:

- *Mere fiberindhold* (lignin, cellulose) fra græs, kløvergræs, materiale fra landskabspleje og halm. Tørstofindholdet i reaktortanken er også højt med 13-15%. Det betyder større slid på bevægelige dele og pumper.
- *Mere protein* fra kløvergræs, andre bælgrugter og gødning påvirker opbygningen af flydelag. Aktiviteten af mikroorganismer - især under metandannelsen, kan ved højt kvælstofindhold være nedsat.

I princippet er teknologien forholdsvis ens på nogle områder. I det følgende beskrives de specielle behov for økologisk biogasanlæg.¹⁵ Den anvendte teknologi skal være robust og afprøvet, og de følgende spørgsmål skal holdes for øje, for at vælge den rette teknologi:

- Uønskede urenheder (som sten og sand) bør fjernes før processen og/eller i bundfaldet i reaktortanken.
- Indfødningsteknologien er den mest belastede del. Den skal være holdbar, pålidelig og energieffektiv.

- Mekanisk (eller anden) biomasseforbehandling eller hydrolyse (en ekstra beholder til første fase af biogasproduktionen) hjælper med at nedbryde det høje fiberindhold og kan være en mulighed for mere biogas og bedre biomassekonsistens.
- Rør til pumpning af biomasse bør være korte med en stor diameter, og pumper skal være robuste (f.eks. excentersnekkepumpe) og tæt på forgæringstanken.
- Omrøring udstyr skal have store og langsomme bevægelige padler og vinger, der kan flytte biomasse og forhindre flydelag. Omrører skal vælges med omhu. De bidrager væsentligt til driftsudgifterne til biogasanlæg, da deres energiforbrug er højt og de bevægelige dele skal udskiftes efter fire til seks år.
- Ekstern opvarmning af reaktortanken kan forårsage problemer, da det høje indhold af proteiner i biomassen øger risikoen for proteiner, der klæber til varmerørene.
- Høje reaktortanke med lille diameter letter omrøringen og hjælper til at undgå flydelag.

Processen og teknologien skal ikke kun designes til at håndtere de tilgængelige typer biomasse, landmændene bør også sikre sig, at der er tilstrækkelig erfaring med teknologien på anlæg i drift for at sikre en effektiv og pålidelig drift i mange år. Din teknologi vil behandle store mængder uensartet materiale hvert år, som forårsager betydelig slitage. På samme tid kræver biogassen pålidelig og sikker håndtering, da det er meget brandfarligt, eksplosivt hvis det kommer i kontakt med ilt samt en potent drivhusgas, når den udledes til atmosfæren.

Af alle de nævnte grunde er det nødvendigt med regelmæssig og kompetent inspektion og eftersyn af relevante dele. For maskiner som CHP-motoren har producenten defineret bestemte intervaller for inspektion og service, andre elementer som snegle og pumper skal rutinemæssigt undersøges for slitage.

¹⁵ For litteratur om generelle tekniske spørgsmål, se venligst kapitlet "Yderligere information".



Figur 28: Det er afgørende for pålidelig drift med et regelmæssigt eftersyn af CHP-motoren. På billedet: Motorens cylinderstempler. Foto: F. Gerlach, MEP.

Adspurgt af SUSTAINGAS, var de fleste økologiske landmænd, der driver et biogasanlæg rimelig tilfredse med driften af deres anlæg. Dog var reparationerne det element driftslederne var mest utilfredse med, efterfulgt af spørgsmålet om de daglige driftsomkostninger og brugt arbejdstid, som var i tæt sammenhæng med spørgsmålet om hyppigheden og dyre reparationer. Derfor har mange landmænd nævnt fejl og reparationer som havende en negativ indflydelse på anlæggets økonomiske situation.

Adspurgt om fremtidsplanerne for investeringer på anlægget nævner flere landmænd ekstra udstyr som forbehandlingsudstyr, anvendelse af overskudsvarme eller lagertank. Dog er der oftest blevet nævnt investering i omrørings- og indfødningsteknologi, hvilket afspejler at den anvendte teknologi ikke altid har levet op til kravene for økologisk biogasproduktion.

Driftsledelse

“Se, føl og duft”-tilgangen hos mange landmænd til styring af kvaliteten er også en god start for biogasproduktion. Hvad enten der er tale om lugten af din biomasse, strukturen af biomassen i reaktortanken, gasboblerne i reaktortanken eller lyden af CHP-motoren: Brug dine sanser og du vil lære dit biogasanlæg at kende.

Men for høje og pålidelige gasudbytter og for mere indsigt i den "black box" som forgæring er, bliver du nødt til at kende og dokumentere en betydelig mængde data regelmæssigt:

- Hvad fyldes i? (Biomasser: Mængde, tørstofindhold, hvis muligt det forventede gaspotentiale)
- Hvad kommer ud? (Forgæringsrest: Mængde, tørstofindhold, næringsstofindhold)
- Hvad sker der imellem? (Temperaturer, syreindhold, biogasproduktion, metan- og kuldioxidindhold)

Daglig dokumentation af input, output og procesparametre er et absolut must, hvis du har til hensigt at opnå et anstændigt biogasudbyttet!

For at undgå gæringsproblemer f.eks. på grund af kvælstofhæmning skal biogasprocessen overvåges nøje ved analyse af biomassen i gæringstanken samt analyse af den producerede biogas. En regelmæssig overvågning af frie og totale organiske syrer kombineret med en daglig analyse af metanindholdet i biogassen, vil give dig en klar indikation, hvis biogasproduktionen i gæringstanken klarer sig godt. Hvis der opstår problemer, kan du reagere tidligt og undgå et fald i produktionen.

Brug af biogas

Kun sjældent vil biogasproducenter finde et marked for biogassen som den kommer ud af reaktortanken. Normalt vil produktet "biogas" blive behandlet yderligere og blive solgt som energi. Mens brændstofproduktion og indfødning i naturgasnettet er lovende koncepter, er den kombinerede produktion af el og varme på stedet, hvor biogassen produceres langt den mest udbredte måde at bruge biogas på.

CHP: Biogas til el og varme

I de fleste tilfælde bliver biogas brugt til produktion af energi i en kombineret kraftvarme

enhed (combined Heat and Power units (CHP)). Afhængig af hvilke individuelle strategier, omkostningsstrukturer og energipriser der er, vil CHP-motoren køre, enten når der er behov for varme og strøm eller når energien er mest værd.



Figur 29: CHP: Biogas til elektricitet og varme.
Foto: V. Jaensch, RENAC.

Oftes drives en biogas kraftvarme-motor uden afbrydelser med en kontinuerlig indfødnings på det nationale el-net. Det giver mulighed for at sprede investeringsomkostningerne over mange timers driftstid. Alternative koncepter begrænser driften af motoren, når både varme og elektricitet skal bruges. Den geografiske placering af et biogasanlæg kan i høj grad begrænse mulighederne for anvendelse af varmen. Avancerede koncepter giver mulighed for kortvarigt eller regelmæssigt at afbryde el-produktionen, når der er mindre efterspørgsel på den eller når el-produktion fra vind og solenergi er høj, og dermed kan biogas bidrage til en balance mellem udbud og efterspørgsel i et hurtigt skiftende marked for energi.

Effektivitet: Fra en given mængde biomasse som input ønsker du at producere den maksimale mængde af værdifuld energi. For anlæg med kraftvarme-motor er el og varme de producerede energiformer, normalt med fokus på elektriciteten. Vær opmærksom på at en mindre CHP-motor generelt producerer mindre elektricitet pr. m³ biogas end en større motor. En ordentlig CHP-enhed på 100 kW_{el} vil omdanne 35-37 % af energien til elektricitet og omkring 45% til varme, mens en

CHP-enhed på 500 kW kan have en elektrisk effekt på 38-41 % og en varme effektivitet på omkring 45%.

Standard CHP-enheden består af en gasmotor – en tilpasset Otto-motor – og en el-generator, der normalt er koblet til nettet via en transformer. Små biogasanlæg er tilbøjelige til at vælge tyndstråle gasmotor. Disse følger principperne for tilpassede dieselmotorer og giver væsentligt højere el-virkningsgrad, specielt hvad angår lavere kapacitet. Men tyndstrålemotoren drives ikke kun af biogas men har også brug for omkring 5-10% dyrt flydende brændstof, som f.eks. diesel, biodiesel eller ren planteolie. De har også ry for at kræve mere pleje og vedligeholdelse. Denne afvejning gør beslutningen om at vælge en tyndstrålemotor mere svær end det umiddelbart ser ud til.

Af hensyn til rentabilitet og effektivitet skal varmen, der produceres af CHP-enheden bruge i større omfang. Afhængig af lovgivningsmæssige krav og kontrakter (f.eks. økologiske landbrugsorganisationers regler eller betingelser for at modtage tilskud) kan der være påkrævet at anvende en vis mængde varme. For små biogasanlæg kan der være nok behov for varmen på bedriften. Andre muligheder er salg til boligområder, institutioner og industri. En væsentlig udfordring, selv for små anlæg, vil være brugen af overskudsvarme i sommermånederne. Eksempler på brug af varme om sommeren omfatter tørring af f.eks. korn, græs, træflis, fiberfraktion fra afgasset gylle, yderligere opvarmning af produktionsbygninger som drivhuse eller offentlige svømmebade. At producere kulde fra varme giver mulighed for yderligere brug som kølerum og aircondition. Nogle driftsledere overvejer avancerede varmekoncepter, som en ekstra virksomhed med betydelige investeringer og muligheden for at være deltager på et ikke-reguleret marked for varmeenergi.

Biogas som brændstof

Tanken om at bruge biogas som brændstof til køretøjer kan tiltrække nogle landmænd. Biogassen, der dannes i reaktortanken indeholder normalt 50-60 (nogle gange 75) % metan. Maskiner, der kører på

almindelig biogas er teknisk muligt, men generelt ikke tilgængelige. Biogas som brændstof bruges derfor i maskiner, der er tilpasset brugen af komprimeret naturgas (CNG). Til dette er der mere eller mindre brug for ren metan. Derfor skal biogas opgraderes, det betyder renses for kuldioxid, vand, svovlbrinte og partikler.



Figur 30: De første biogasdrevne traktorer tiltrækker opmærksomhed på messer og på markerne. Opgraderet biogas opbevares i tanke under gulvet og alternativt i fronten. Foto: F. Gerlach, MEP.

Der er adskillige metoder til opgradering af biogas, som dog har en ting tilfælles: de kræver dyre investeringer. Under gunstige betingelser kan brændstofproduktion være økonomisk rentable for biogasanlæg, der producerer mere end 50 m³ metan pr. time (det svarer til elektrisk ydelse på 200 kW). Men de fleste lignende projekter producerer væsentlig større mængder. I mange europæiske lande udvikler brugen af naturgas til transport sig kun i mindre skala. Derfor er en kæmpe udfordring nødvendigheden af ikke kun at etablere biogasopgradering og distribution af brændstoffet men også at kick-starte et lokalt marked for naturgas/biogas som brændstof.¹⁶

¹⁶ Adskillige biogaslandmænd, der samarbejder med kommunale forsyningsselskaber og tankstationer, kan ses i IEE projektet GasHighWay: www.gashighway.net.

Biogas i naturgasnettet

Opgraderet biogas – også kaldet biometan – kan indføres i naturgasnettet. I nogle lande, kan gas der svarer til den mængde, der er indført i naturgasnettet sælges som "biogas".

Indtil videre er den mulighed mest blevet brugt af større anlæg, der producerer 100-1.000 m³ metan pr. time (svarende til 400 kW_{el} - 4 MW_{el} i en CHP-motor). Dette er der adskillige grunde til:

- Opgradering kræver omfattende investeringer. Afhængig af kravene fra net-operatøren kan indføddning på naturgasnettet kræve mere omfattende opgradering end brændstofproduktion.
- Ved indføddning, kræves der ekstra foranstaltninger (fjerne lugt, tryksætning og metanindhold o.s.v.) som skal gennemføres med stor præcision.
- Tilladelser, kontrakter og controller af indføddning, transport og fremfødding af biogas er et svært område. Regler og lovgivning for lokale projekter varierer fra land til land.
- Selvom national lovgivning gør indføddning mulig, er net-operatørerne ikke altid tilfredse med at skulle acceptere biogas i deres ledning. Forhandlinger lader til at være specielt svære for mindre landbrugsprojekter.

Når først biogas er tilført det nationale naturgasnet kan det transporteres nationalt eller endda over landegrænser til enhver bruger af naturgas, der er tilsluttet dette naturgasnet. Ofte bruges biogassen i naturgasnettet af CHP-motorer til effektiv produktion af el og varme. Men brugen som gasopvarmning eller som brændstof til transportmidler er også mulig og afhænger meget af markedsforholdene. Biogasanlæg der indfødder i det nationale naturgasnet kan endda bestemme sig for at opdele deres markeder og etablere en on-site biogastankstation til moderate ekstraomkostninger.

Brug af afgasset gylle

Hvad der kommer ind – kommer ud igen! Som landmand vil din næringsstofhåndtering ændre sig med indførsel af biogas. Hvad vil være de væsentligste effekter? Tre eksempler vil vise de vigtigste ændringer.

Husdyrproduktion med gårdbiogasanlæg

Mens mængden af tilgængelige næringsstoffer ikke vil ændre sig meget eftersom næringsstoffer kun påvirkes lidt af biogasprocessen, vil du opnå en anderledes gødningskvalitet. I stedet for gylle og/eller fast gødning, vil du blive forsynet med biogas forgæringsrest. Dette organiske produkt fra forgæringen kan sammenlignes med gylle men (når det stammer fra en vådforgæring) giver følgende væsentlige forskelle:

- Lavere tørstofindhold
- Højere indhold af plantetilgængeligt kvælstof
- Lavere fiberindhold
- Betydeligt mindre lugt

Eksisterende gylletanke på bedriften kan bruges som lagertanke til afgasset gylle. Men, hvis der bruges fast gødning som inputmateriale vil du få mere flydende gødning end før og kan derfor have brug for flere lagertanke for at have tilstrækkelig opbevaringskapacitet. Bedrifter med græsarealer vil bemærke, at afgasset gylle vil løbe af planterne og lettere trænge i jorden end ubehandlet gylle.

Da de fleste ukrudtsfrø vil være ødelagt i biogasprocessen vil spredning af ukrudt være et mindre problem end det tidligere har været med husdyrgødning.

Bedre plantetilgængelighed af næringsstoffer betyder, at du nu lettere kan tilføre dine planter næringsstoffer på det rette tidspunkt. Men på grund af det store kvælstofindhold er det endnu vigtigere med de rette udbringningsteknikker for forgæringsrester end gylle, for at forhindre næringsstofftab. Udbringning af afgasset gylle ved lave temperaturer, uden direkte sollys eller ved

nedfældning vil holde næringsstofferne, hvor du gerne vil have dem – i dit dyrkningssystem.

Husdyrløse planteavlsbedrifter med gårdbiogasanlæg

Du har en fleksibel gødning, der kan opbevares og anvendes lige når du har brug for den, måske for første gang siden du har omlagt til økologisk drift. Mens dyrkning af bælgeplanter fortsat giver samme effekt på kvælstofindholdet i jorden (rødder og kvælstoffikserende bakterier bliver i jorden) vil du have afgasset gylle som en ekstra næringsstofkilde.

Som husdyrløs bedrift bliver du nødt til at målrette din næringsstofhåndtering: På grund af det høje kvælstofindhold, selv i forhold til gylle, er afgasset gylle en klar-til-brug-gødning, som er meget plantetilgængelig. Men for at minimere næringsstofftab skal den udbringes, så det netop svarer til planternes behov.

Biogasanlæg med input udefra

Et biogasanlæg kan modtage input, ikke kun fra egen bedrift men også fra andre landbrugsbedrifter – hvis det drejer sig om affald, så også fra samarbejdspartnere, der ikke er landbrugsvirksomheder. Ud over de ovenfor nævnte effekter vil disse systemer også opleve yderligere virkninger på næringsstofhåndteringen.

Opbevaring af afgasset gylle kan nu ses som en fælles leverandør af gødning, der skal deles i forhold til næringsstofinputtet. Flytningen af næringsstoffer fra en bedrift til en anden begrænses af behovet for næringsstoffer på de enkelte bedrifter og af de økologiske regler. Men noget input til systemet fra andre næringsstofkilder er muligt, f.eks. græs fra landskabspleje, ikke-landbrugs rester eller organisk affald, hvor samarbejdspartnerne typisk ikke har brug for afgasset gylle. Hvis konventionel biomasse tilføres som input til et biogasanlæg, der også bruger husdyrgødning/gylle fra økologiske bedrifter, forhindre de økologiske regler, at afgasset gylle sendes ud af bedriften og tilbage til den konventionelle samarbejdspartner.

Hvis et anlæg anvender affaldsmaterialer kan de lovgivningsmæssige krav om brugen af forgæringsrest træde i kraft. Afhængig af affaldstypen, kan det kræve omfattende dokumentation, hygiejnetiltag, regelmæssige indholdsanalyser og begrænsninger på mængden af forgæringsrest der udbringes.¹⁷ Du kan stadig glæde dig over det ekstra næringsstofinput fra affaldsmateriale, så længe afgasset gylle er et aktiv og ikke bliver en forpligtelse.

Se mere om økologiske regler om brug af forgæringsrest i tabel 2 på side 11.

Humus: Dyrkningssystemet betyder noget!

Hverken husdyrbrug eller husdyrløse bedrifter har noget at bekymre sig om i forhold til ændringerne i deres jords indhold af humus efter brug af forgæringsrest. Kulstoffraktionen, der har ansvar for humusopbygning forbliver stort set i den afgassede gylle.

Mens det er for tidligt, at sige noget om langtidseffekten af brug af afgasset gylle, er der forskningsresultater, der tyder på at humusindholdet hovedsageligt påvirkes af ændringer i sædskiftet og ikke af brugen af afgasset gylle.

Biogas giver yderligere muligheder for et mere bæredygtigt sædskifte – det er op til dig at bruge det!

Få mest muligt ud af det: Biogas forgæringsrest som gødning

Forgæret biomasse har en høj andel af næringsstoffer, der er let tilgængelige for planterne. Dette kan øge tilgængeligheden af næringsstoffer og give planterne det forspring de har brug for i det tidlige forår. For at næringsstofferne kan gavne plantevæksten er omhyggelig håndtering vigtigt, som det også

¹⁷ For yderligere detaljer skal du kontakte de lokale myndigheder.

kendes fra håndteringen af flydende husdyrgødning. Minimering af kvælstoftab fra afgasset gylle er en win-win-situation for økonomien og bæredygtigheden, eftersom der ikke mistes værdifuldt plantenæringsstof og man samtidig vil undgå ammoniak- og kvælstofemissioner. Derfor bør du sørge for at:

- Overdække lagertanke
- Lad afgasset gylle køle ned til udetemperatur før det udbringes
- Udbring kun i den rette sæson og under egnede vejrforhold (koldt, ingen eller let vind, ingen direkte sol)
- Analysér næringsstofindhold og anvend efter planternes behov
- Påfør afgasset gylle tæt ved jorden og bearbejd jorden umiddelbart efter eller nedfæld det

Effektivitet

I sidste ende skal du sammenligne input og output fra den samlede biogasproces. Er produktionen fra biogasanlægget effektiv? Er produktionen af energi og forgæringsrest, investeringen og arbejdet værd? Kan processen forbedres?

Vi anbefaler:

- Pas på simple svar og løsninger,
- Se hellere på dit eget anlæg end at sammenligne med gennemsnitlige tal for anlæg, der ikke ligner dit
- Tag hensyn til at effektiviteten er et resultat af samspillet mellem teknologi, biomasse, biologiske processer og drift. Der er brug for, at det udvikler sig over nogle års drift.

Hvad er der galt med benchmarks som effektiviteten af den biologiske omsætning (m^3 biogas pr. t biomasse) eller den tekniske virkningsgrad (kilowattimer elektrisk energi (KWh_{el}) pr. m^3 biogas)? Ingenting – bortset fra at sådan en

isoleret sammenligning ikke vil fortælle hele historien. Et effektivt biogasanlæg er et der med succes balancerer en række faktorer for at opnå maksimum output med et minimalt input. Biogas i økologisk jordbrug kan rangere meget højt i den samlede effektivitet. Men et økologisk anlæg vil typisk have benchmarks for faktorer med indflydelse på den samlede effektivitet, der afviger noget fra konventionelle biogasanlæg:

Biologisk omdannelseseffektivitet: Hvor meget metan produceres ud fra biomassen? Denne factor afhænger af biomassetypen og teknologien, der bruges. Der er stor forskel på planter. Biomasser, der er rig på stivelse og sukker som majs eller sukkerroer vil give en højere grad af omsætning end biomasse med højt indhold af lignin (f.eks. kløvergræs, landskabsplejematerialer, halm), men længere opholdstid, høje temperature eller forbehandling af biomasse kan forøge biogasudbyttet meget fra biomasser med meget ligning.



Figur 31: Biogasudbyttet fra fast gødning som biomasse (i forgrunden) kan være lavere end fra ensilage (baggrunden), men fremstillingsomkostningerne er væsentligt lavere, da det er en rest fra dyreholdet. Foto: V. Jaensch, RENAC.

Eftersom afgasset gylle er specielt vigtig for økologiske bedrifter er det ikke kun faktorer som biologisk omdannelseseffektivitet, men der skal også tages højde for spørgsmålet om kvalitet og mængde af den gødning, der produceres.

Teknisk virkningsgrad: Hvor meget elektrisk energi produceres der ud fra biomassen? Store anlæg vil generelt have et bedre elektrisk output end

småskala-motorer, men lokal brug af produceret energi kan være en fordel for de små produktioner. Omfanget og kvaliteten af varmeanvendelsen er meget specifik for det enkelte projekt, men har stor indflydelse på den samlede effektivitet. Mens virkningsgraden af biogas CHP-enheden i dag ligger mellem 35-45% afhængig af størrelse og anvendt teknologi. Varmeansendelsen kan tælle for ekstra 0-45%. Den tyske økologiske landbrugsorganisation Bioland har fastsat en virkningsgrad på 70% som grænsen for, hvad der kan betegnes som økologisk biogas.

Egetforbrug: Hvor meget af energien der produceres, er der brug for til anlæggets drift? Vi har brug for at skelne mellem anlæggets behov for el f.eks. til pumpning og omrøring på den ene side og anlæggets varmekonsum for at opretholde reaktortankens driftstemperatur på den anden side.

Med hensyn til den producerede elektricitet ligger egetforbruget typisk mellem 5-15% og vil stige med stigende viskositet af biomassen. Anlæg, der anvender deres fulde kapacitet, vil have en bedre rentabilitet end projekter med mange driftsstop eller anlæg, der er strategiske i deres lagring af gassen i forhold til efterspørgselsorienteret energiproduktion. Sammenligning af bedrifter er meget svært, men der er ofte plads til forbedringer på de fleste anlæg.

Ser man på varmeenergi, er der brug for omkring 5-20% af den producerede varme – afhængig af f.eks. isolering, reaktortankstørrelse, temperature og substratinput. Der vil være et stort varmebehov, når der bruges gylle eller andre biomasser med højt vandindhold. Om vinteren, når varmen har størst værdi, har også reaktortanken mere brug for varmeenergi.

Selv om næsten ingen biogasdrift vil klare sig flot indenfor alle aspekter af effektivitet, vil hvert eneste projekt kunne udvikle god effektivitet på nogle områder. Specielt biogasanlæg i økologisk jordbrug kan opnå en meget høj grad af samlet effektivitet i forbindelse med landbrugsmæssig biogas, når der behandles restmaterialer, og afgasset gylle bruges effektivt.

8 Yderligere information

Generelt om biogas

- **Kogebog for etablering af biogasanlæg 2012**
http://www.inbiom.dk/dk/viden/oevrige_emner/kogebog_for_etablering_af_biogasanlaeg.htm
- **Biogas Handbook**
BiG>East project, 2008
<http://kurzlink.de/BigEast-Handbook>
- **Inbiom**
innovationsnetværk for biomasse
www.inbiom.dk
- **International Biogas and Bioenergy Centre of Competence (IBBK)**
Netværk af eksperter og virksomheder samt interessegrupper og uddannelsesinstitutioner indenfor biogas og bioenergi
www.biogas-zentrum.de
- **Biogasforeningen**
Interesseorganisation for ejere af biogasanlæg i Danmark. Politisk arbejde, erfagrunder og videndeling.
www.biogasdk.dk

Biogas i økologisk jordbrug

- **SUSTAINGAS**
Fremme af bæredygtig biogasproduktion i økologisk jordbrug
www.sustaingas.eu
- **Kompetencecenter for økologisk biogas**
Viden om økologi og biogas
www.okologi.dk/biogas

Økologisk landbrug

- **Økologisk Landsforening**
Forening af danske økologiske landmænd, virksomheder og forbrugere
www.okologi.dk

- **IFOAM**

Paraplyorganisation for af økologiske organisationer
www.ifoam.org

Regler omkring biogas

- **Fødevarestyrelsen**
LEKSIKON Biogasanlæg
www.foedevarestyrelsen.dk/Leksikon/Sider/Biogasanlaeg.aspx
- **Energinet**
Regler for tilførsel af opgraderet biogas til det danske gassystem
<http://energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske%20dokumenter/Gas/Regler%20for%20Bionaturgas%20version%201.pdf>
- **Naturstyrelsen**
VVM-reglerne
www.naturstyrelsen.dk/Planlaegning/Planlaegning_i_det_aabne_land/Biogas/

EU-Projekter omkring biogas

- **AGRIFOREENERGY 2**
Promoting and securing the production of biomass from forestry and agriculture without harming the food production
www.agriforeenergy.com
- **BIOENERGY FARM**
Implementation plan for BioEnergy Farm
www.bioenergyfarm.eu
- **BIOGAS REGIONS**
Promotion of biogas and its market development through local and regional partnerships
www.biogasregions.org

- **BIOGASACCEPTED**
Promoting Biogas in European Regions –
Transfer of a Supporting Acceptance Tool for
Stationary and Mobile Applications
www.studia-austria.com/en/downloads.php
- **BIO-METHANE REGIONS**
Promotion of Bio-Methane and its Market
Development through Local and Regional
Partnerships
www.bio-methaneregions.eu
- **BIOPROFARM**
Promotion of Biomethanisation in Agricultural
Environment as a Decentralized Renewable
Energy Resource for Europe
www.terrenum.net/biogas/design.html
- **GasHighWay**
Promoting the Uptake of Gaseous Vehicle Fuels,
Biogas and Natural Gas in Europe
www.gashighway.net
- **GERONIMO II-BIOGA**
A Focussed Strategy for Enabling European
Farmers to Tap into Biogas Opportunities
www.energy4farms.eu
- **GR3**
Grass as a Green Gas Resource: Energy from
landscapes by promoting the use of grass
residues
www.dlv.be
- **GREENGASGRIDS**
Boosting the European Market for Biogas
Production, Upgrade and Feed-In into the
Natural Gas Grid
www.greengasgrids.eu
- **REDUBAR**
Investigations targeted to the creation of
legislative instruments and the reduction of
administrative barriers for the use of biogas for
heating, cooling and power generation
www.redubar.eu

Partnerne i SUSTAINGAS-projektet



STUDIA Schlierbach
Studienzentrum für internationale Analysen
Østrig
www.studienzentrum.eu



Ecofys Germany GmbH
Tyskland
www.ecofys.com



FiBL Projekte GmbH
Tyskland
www.fibl.org



Foundation for Environment and Agriculture
Bulgarien
agroecobg@gmail.com



FUNDEKO Korbel, Krok-Baściuk Sp. J.
Polen
www.fundeko.pl



IFOAM EU Group
International Federation of Organic Agriculture
Movements, European Union Regional Group
www.ifoam-eu.org



Økologisk Landsforening
Danmark
www.okologi.dk



PROTECMA Energía y Medio Ambiente, SL
Spanien
www.protecma.es



Renewables Academy AG
Tyskland
www.renac.de

