

Etablering af

ØKOLOGISKE BIOGASANLÆG

- en håndbog

MICHAEL TERSBØL



Etablering af økologiske biogasanlæg - en håndbog

UDGIVER

Økologisk Landsforening, 2017

FORFATTERE

Michael Tersbøl, ØkologiRådgivning
Danmark
Annette Vibeke Vestergaard, Økologisk
Landsforening (kapitel 11)

FOTO

Michael Tersbøl

LAYOUT

Hanne Kreth Christensen

TRYK

Rosendahls

PROJEKT

Flere økologiske biogasanlæg for bedre økonomi
og mindre miljøbelastning.
Projektet er støttet af Fonden for Økologisk
Landbrug



Indhold

Forord	5	7. Finansiering af biogasanlæg	27
1. Økologisk biogas – et overblik	6	Indhentning af tilbud	27
Skitse af et biogasanlæg	8	8. Byggeri af biogasanlæg	28
Biogas-processen	8	9. Ibrugtagning og opstart	29
Status for økologisk biogas i Danmark og udlandet	9	Processtart med pødegylle	29
2. Etableringsprocessen kort	10	Sikkerheden skal være i orden	30
Indledende overvejelser – idefasen	11	10. Den daglige drift og overvågning	31
3. Beslutningsgrundlag for et biogasanlæg	12	Gasproduktion	31
Biomassegrundlaget	12	Temperatur	31
Samarbejdspartnere	15	Analysér	32
Relevante anlægskoncepter	15	Fodringsstrategier	33
Afsætning af energi / biogas	17	Service og vedligehold	34
Investerings- og driftsbudget	18	11. Brug af afgasset biomasse	35
Screening af placeringsmuligheder	21	Biogasgylens kvalitet	35
Landbrugsfordele ved biogasproduktion	21	Separering af den afgassede biomasse	36
Miljøfordele ved biogasproduktion	22	Lagring af afgasset biomasse	36
Forretningsplan og SWOT-analyse	22	Optimer udnyttelsen i marken	36
4. Indhent viden fra praktikere	23	12. Politik og økonomi	38
5. Ansøgning om tilladelse til etablering af biogasanlæg	24	Prisudvikling for biogas-elektricitet	38
6. Relevante regelsæt og krav om tilladelser	25	Prisudvikling for gas	39
Økologireglerne	25	Nyt energiforlig 2018	40
Økologi-autoriseret biogasanlæg	26	Tilskud til etablering af biogasanlæg	40
Godkendelse efter Biproduktforordningen	26	Biogas Taskforce	40



Forord

Formålet med håndbogen ETABLERING AF ØKOLOGISKE BIOGASANLÆG er at samle nøgleinformation om etablering af økologiske biogasanlæg, så flere økologiske landmænd vil overveje muligheden for at investere i og producere biogas. Med denne håndbog kan økologiske landmænd og andre interesserede derfor få overblik over, hvad det indebærer at etablere et biogasanlæg, og hvilke krav og muligheder der er i det.

Håndbogen henvender sig primært til økologiske landmænd, der ønsker overblik over processens enkelte trin, når et biogasanlæg skal etableres. Andre interesserede kan også have udbytte af hæftet, idet konsulenter, myndigheder, brancheorganisationer og virksomheder på mange måder er involveret, når man etablerer økologisk biogasproduktion.

Gårdbiogasanlæg er i fokus, da det ofte er mere realistisk for økologiske landmænd at etablere denne type anlæg pga. en begrænset koncentration af biomasse af økologisk oprindelse. En del information er dog relevant for både gårdbiogasanlæg og fællesbiogasanlæg.

Der findes allerede vejledninger for etablering af større biogasfællesanlæg men ikke for gårdanlæg. Derfor kan såvel økologiske som konventionelle landmænd, der interesserer sig for gårdbiogasanlæg, have udbytte af denne håndbog.

Der findes ikke mange biogasanlæg hos økologiske landmænd endnu, så erfaringsgrundlaget er begrænset, men de foreløbige erfaringer kan gøre stort gavn og bane vejen for de næste landmænd, der ønsker at gå i gang. I dette hæfte følger vi to økologiske mælkeproducenter, som byggede biogasanlæg i 2015, Jens Krogh og Hans Martin Westergaard. Der skal ydes en stor tak til Jens og Hans Martin for at ville dele ud af deres erfaringer.

Håndbogen er udgivet i regi af projektet 'Flere økologiske biogasanlæg', som er finansieret af Fonden for Økologisk Landbrug.

Økologisk biogas – et overblik

I 2015 blev to økologiske gårdbiogasanlæg taget i brug i Danmark hos hhv. Jens Krogh og Hans Martin Westergaard. Undervejs i håndbogen kommenterer de to anlægsejere emnerne og deler deres erfaringer med læseren.

Hans Martin Westergaard

Økologisk mælkeproducent ved Kliplev, Aabenraa. 110 køer og 206 ha planteproduktion passes i samarbejde med sønnen Kim Westergaard. Anlægget blev etableret

som et tysk 250 kW agriKomp anlæg leveret i samarbejde med JH-Bioenergi i Holstebro. Efter ca. 1,5 års drift blev motoren pga. ustabil funktion og mange driftsstop skiftet ud med en 360 kW motor af et andet fabrikat. Desuden blev anlæggets kapacitet vurderet til at kunne levere mere end den første motor kunne omsætte.

Biomasse er ud over gødning fra egen besætning husdyrgødning fra to andre økologer samt indkøbt plantebiomasse.



FAKTA OM HANS MARTIN WESTERGAARDS ANLÆG

- Anlægget er bygget i 2015.
- Reaktortank er på 1.200 m³ og eftergæringstanken er på 1.520 m³.
- Overdækket lagertank til afgasset gylle er på 2.800 m³.
- Gasmotoren er af mærket 2G med en max. elektrisk effekt på 360 kW.
- Biomasse til gasproduktion er kvæggylle, kvægdybstrøelse, hønsegødning, kløvergræsensilage, majs- og helsædsensilage.
- Anlægget anslås at producere 2,8 mio. kWh el om året.
- Anlægget er leveret af JH-Bioenergi.

Jens Krogh

Økologisk mælkeproducent ved Ølgod med 110 køer og 435 ha planteproduktion, der er udvidet betydeligt de senere år. Anlægget startede som et tysk 340 kW søsteranlæg til anlægget i Kliplev. Anlægget producerer i dag tilfredsstillende, men der bruges meget dybstrøelse, så anlægget bør nok have større tanke og længere opholdstid. Der foreligger planer om at udvide anlægget og skifte motoren ud med en større model.

Biomassen kommer fra ejendommen, hvor der er en relativ stor andel dybstrøelse, samt fra tre andre økologiske mælkeproducenter og en fjerækæproducent i området.

**FAKTA OM JENS KROGHS ANLÆG**

- Anlægget er bygget i 2015.
- Reaktortanken er på 1.200 m³ og eftergæringstanken er på 1.880 m³.
- Gasmotoren har en max. elektrisk effekt på 340 kW.
- Biomasse til gasproduktion er kvæggylle, kvægdybstrøelse, hønsemøg, hestegødning, græsensilage, majsensilage, blanding af halm og rajgræs-efterafgrøde (ensilage).
- Anlægget anslås at producere 2,7 mio. kWh el om året.
- Anlægget er levereret af JH-Bioenergi.

SKITSE AF ET BIOGASANLÆG

Et biogasanlæg består af en eller flere tanke, kaldet reaktor-tanke, hvor biomasse som husdyrgødning og andre organiske produkter holdes omrørt, iltfrit og opvarmet til 40-55 grader, hvorved biogassen dannes. Biogassen kan udnyttes til el- og varmeproduktion, proces-varme på en virksomhed eller renses og tryksættes til afsætning via naturgasnettet.

Nedenstående figur og tilhørende forklaring viser de mulige komponenter, der kan indgå i et komplet biogasanlæg, der producerer kraftvarme.

BIOGAS-PROCESSEN

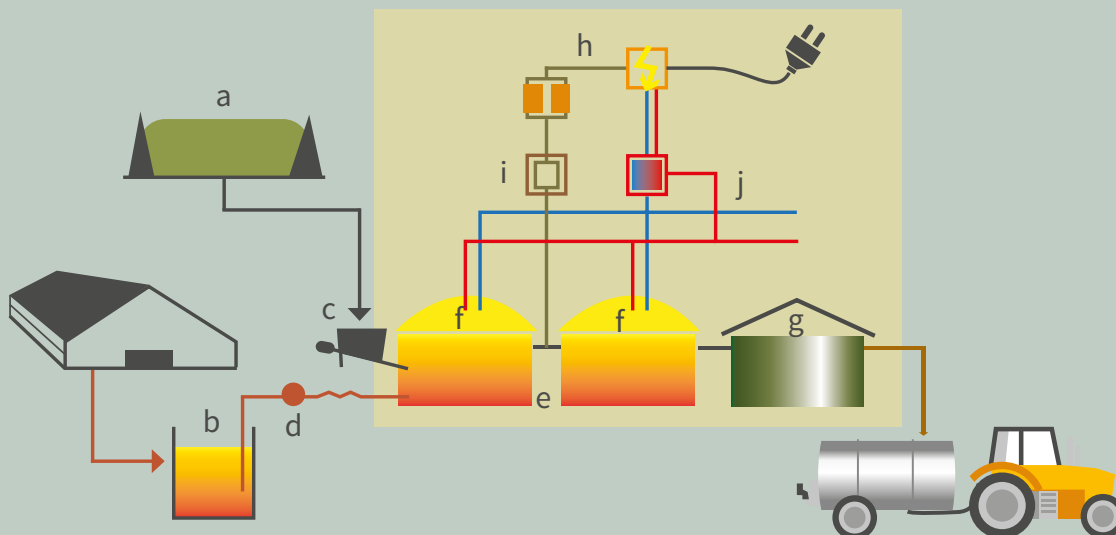
Biogas er en blanding af metan og kuldioxid samt andre luftarter i mindre mængder, f.eks. svovlbriente. Biogas dannes, når organisk materiale rådner uden tilgang af ilt. Det kan forekomme i naturen f.eks. på bunden af søer, hvor der fra søslammet kan boble metangas op. I et biogasanlæg vil en effektiv biogasproduktion foregå ved temperaturer mellem 35 og 55 grader celsius, et neutralt pH og et iltfrit og fugtigt miljø med omrøring af biomassen. Desuden må indholdet af kvælstof ikke være for højt, da der dannes ammoniak, som hæmmer metanbakterierne. Hæmningen er størst ved høj temperatur.

DEN BIOGAS-DANNENDE PROCES KAN DELES OP I TRE TRIN:

- 1. Hydrolyse:** Her nedbrydes kulhydrat, protein og fedt til mindre bestanddele som sukker, aminosyrer og fedtsyrer. Processen er hurtig og ikke særlig følsom for miljøændringer.
- 2. Syredannelse:** Produkterne fra 1) omsættes videre til flygtige organiske syrer som myresyre, eddikesyre, propionsyre og smørsyre. Disse syrer udgør råmaterialet for metanbakterierne i det sidste trin.
- 3. Metandannelse:** En særlig specialiseret bakteriegruppe omdanner produkterne fra 2) til metan (CH_4) og kuldioxid (CO_2). Metanbakterierne er de mest følsomme bakterier i processen, og de kræver stabile temperatur- og pH-forhold. Desuden skal deres omsætningskapacitet respekteres. Hvis der fodres for kraftigt, vil syrerne i 2) hobes op og sænke pH, så processen i 3) går i stå. Deres reproduktionstid er lang. De er mellem 30 timer og 14 dage om at fordoble deres antal afhængig af type og omstændigheder.

BIOGASANLÆG

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> a. Lagre til fast biomasse, f.eks. ensilagesilo. b. Fortank til flydende biomasse, typisk gylle. c. Indfødningssystem f.eks. snegle eller andet til fast biomasse. d. Pumpe til indfødning af gylle. e. Reaktortank 1 og 2, isoleret og med indbygget varmemodul til opvarmning af biomassen, og forskellige typer omrører-systemer. f. Overdækning af reaktor-tank til gas-lager. | <ul style="list-style-type: none"> g. Lagertank til afgasset biomasse, evt. eksisterende gylletanke, som evt. bliver overdækket. h. Gasmotor-generator med tilhørende udstyr til gasrensning og -køling. i. Kondensatskakt til aftapning af vand (fra vand-damp i gassen). j. Varmesystem til procesvarme og evt. fjernvarme. |
|---|---|



Figur 1. Grafik af biogasanlæg.

Undervejs i alle trin dannes der løbende ammoniak og svovlbrinte. Hvis niveauet af disse bliver højt, kan det hæmme processen. Derfor skal man holde øje med disse og forebygge evt. problemer, når man planlægger hvordan, anlægget fodres, f.eks. kan svovlbrinte udfældes ved at tilsætte jernklorid. For at sikre, at metanbakterierne kan følge med, måler man løbende de flygtige organiske syrer nævnt ovenfor, og hvis værdierne er lave, har metanbakterierne det fint og kan følge med. Intensiteten, hvormed man kan fodre metanbakterierne, kaldes også organisk stofbelastning og udtrykkes som kg organisk tørstof pr. m³ reaktorvolumen pr. døgn.

I biogasanlægget er det en levende bakteriekultur, som omdanner organisk materiale til biogas. Derfor skal man drage omsorg for, at kulturen har så optimale forhold som mulig. Indsigt i de biologiske krav og rutinemæssig overvågning af processen er her nøglen til succes. Som landmand lærer man over tid sit anlæg at kende og hvordan, bakterierne i tanken reagerer på forskellige tiltag.

STATUS FOR ØKOLOGISK BIOGAS I DANMARK OG UDLANDET

Biogasanlæg i økologisk landbrug har været drøftet i 10-15 år, men har endnu ikke fået nogen stor udbredelse. I 2009 blev det første anlæg etableret ved Bording i Vestjylland, men anlægget blev ikke den forventede succes pga. store tekniske udfordringer med at bruge biomasse med en høj tørstofprocent. I 2015 blev to andre anlæg sat i drift, hvormed et tysk anlægskoncept med teknologi tilpasset en højere tørstofprocent i biomassen blev introduceret i

Danmark. Disse anlæg har hidtil fungeret tilfredsstillende, idet brug af dybstrøelse og kløvergræsensilage i moderate mængder i forhold til gylle ikke har voldt særlige problemer. I 2017 er et større anlæg indviet i regi af Nature Energy Månsson ved Brande med omkring 40 leverandører af biomasse. Desuden har en håndfuld initiativtagere planer om at etablere økologiske biogasanlæg eller anlæg med en økologisk linje i løbet af et til tre år, så måske er en større udbredelse ved at komme i gang.

I udlandet er udbredelsen af økologiske anlæg lige så begrænset som i Danmark, hvis man ser bort fra Tyskland, der har haft et stort biogas-boom i årene 2004-2014, hvor der også blev etableret omkring 150 økologiske biogasanlæg. I lande som Sverige, Holland, Frankrig, Østrig m.fl. er der blot få økologiske anlæg, dvs. færre end 10.

TABEL 1. VIGTIGE PROCESPARAMETRE FOR BIOGASPRODUKTION

Temperatur	Mesofil drift: 35-42 grader C Termofil drift: 50-55 grader C
pH	Neutralt, ca. 7,5 - 7,8
Tørstof	For pumpbart materiale: 8-10 % tørstof For anlæg med paddel-omrører, sprinklersystemer og evt. recirkulering af væske: op til 15-20 %
Kvælstofindhold	Forholdet mellem C og N skal være ca. 30, dvs. at der max. må være 6 kg total-N pr. ton biomasse
Organisk stofbelastning	2 - 4 kg organisk tørstof pr. m ³ reaktorvolumen pr. døgn
Mikronæringsstoffer	Nikkel, molybdæn, magnesium m.fl. er nødvendige for processen og kan evt. tilsættes.
Hæmmende stoffer	For store mængder af visse stoffer kan hæmme processen: svovl (fra svovlbrinte) ammoniak (fra kvælstof i biomassen) tungmetaller (f.eks. kobber fra kløvbad), antibiotika, desinfektionsmidler, svampetoxiner m.fl.
Hydraulisk opholdstid	Den teoretiske opholdstid for biomassen i reaktortankene. 20-30 dage for gylle og industriaffald. 60-90 dage for plantebiomasse og anden fast biomasse som dybstrøelse m.v.



I 2015 blev to økologiske biogasanlæg indviet.
De har kørt stabilt siden da.

Etableringsprocessen kort

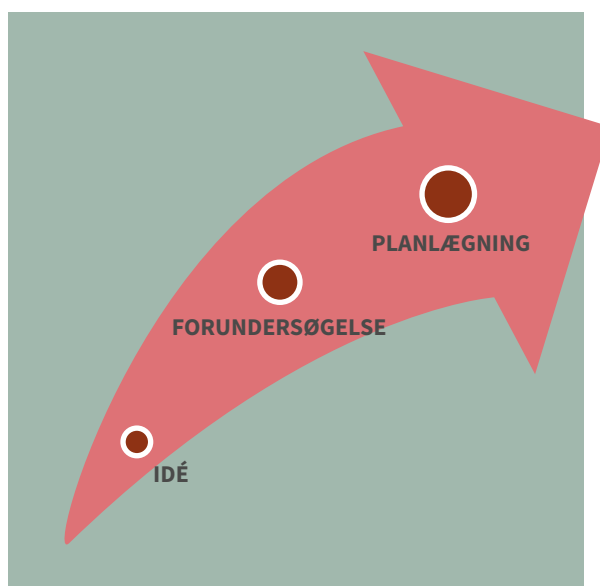
Processen frem mod et færdigt biogasanlæg i drift er lang og begynder naturligt med, at landmanden har en idé eller en vision om at eje og drive et biogasanlæg. Idéfasen rummer både tanker om det økonomiske afkast, og hvilken nytte et biogasanlæg vil have for landbrugsproduktionen i form af f.eks. bedre udnyttelse af næringsstoffer.

For at vurdere realismen i idéen fortsætter man til en forundersøgelse, hvor konkrete beregninger og en samlet vurdering skal bidrage til at afklare, om idéen kan realiseres.

Ser det realistisk ud – både praktisk og økonomisk – skal der foretages en egentlig projektplanlægning, hvor flere detaljer bliver gennemgået, og hvor eksterne partnere som banker, myndigheder og eventuelle leverandører bliver inddraget.

Hvis dette leder frem til et realistisk og bæredygtigt projekt, skal der tages en endelig beslutning om at etablere et anlæg og drive det i samspil med økologiske landbrug.

FIGUR 2. FRA IDÉ TIL PLANLÆGNING AF ET BIOGASANLÆG



INDLEDENDE OVERVEJELSER – IDEFASEN

Til at begynde med må ideen om at producere biogas foldes mere ud. Hvad er meningen og formålet? Hvordan bidrager det til den økologiske landbrugsbedrift?

Man ved fra forskning og fra praktiske erfaringer i Tyskland, at der er potentielle forbedringer for den økologiske landbrugsdrift ved at have tilknyttet et biogasanlæg. Dette er omdrejningspunktet for det økologiske landbrugs interesse i biogas:

1. Forbedret næringsstofforsyning på bedriften

Næringsstoffer udnyttes bedre, og næringsstoffer fra ukurante typer af biomasse kan indgå i næringsstofforsyningen.

2. Afgrøder kan give højere og mere stabile udbytter og/eller bedre kvalitet

Blandt andet kvælstof er en begrænsende udbyttefaktor på mange typer økologiske landbrug, og i forsøg er der fundet udbyttestigninger på 20-30 pct. ved gødsning med afgasset grøngødning sammenlignet med nedmuldet grøngødning.

3. Ekstra driftsgren og indtægt samt flere arbejdspladser

Udvikling af et landbrug eller en gruppe af landbrug med en ekstra driftsgren som biogas giver flere arbejdspladser og fleksibilitet i arbejdstilrettelæggelse, kapacitetsudnyttelse m.v. afhængig af de konkrete forhold.

4. Forbedret klimaperformance og mindre tab af kvælstof til miljøet

Ved fortrængning af fossil energi og ved mindre udledning af lattergas og metan kan gårdbiogasanlæg i en størrelsesorden som de to, der beskrives her, mindske udledningen af CO₂-ekvivalenter med ca. 1.300 ton om året pr. bedrift.

5. Mindre afhængighed af konventionel husdyrgødning

Biogasanlæg i økologisk landbrug giver mulighed for i højere grad at basere næringsstofforsyningen på recirkulering af restprodukter i samfundet fremfor at være afhængig af input af husdyrgødning fra konventionel produktion.

Udover begrundelserne for at arbejde med biogas hører også overvejelser om anlæggets størrelse, organisering af leverandører, afsætning af energi m.v.

Som udgangspunkt har landbrugsejendomme i Danmark ikke hver især biomasse nok til, at de kan have eget biogasanlæg med en fornuftig økonomi. Derfor bør mindst tre-fem andre landbrug involveres, og de interesserede kolleger skal findes. Kan disse landbrug tilsammen skaffe 3.000-5.000 ton tørstof i biomasse, er der gode chancer for et økonomisk bæredygtigt anlæg. Spørgsmålet i den forbindelse er, om de pågældende landmænd skal være medejere eller alene være leverandører af biomasse.

Biomassegrundlaget er vigtigt at afklare, for det afgør den skala, man kan gå efter i investering og afsætning. I et område med mange økologer kan det blive et større biogasanlæg, hvilket øger afsætningsmulighederne for gassen. Kan man producere 2-3 mio. m³ biometan om året, er afsætning til naturgasnettet relevant at overveje, mens det ved en mindre produktion ofte kun er relevant at omdanne gassen til kraftvarme, dvs. sælge el og varme. Andre muligheder som direkte salg af gas til en større energiforbrugende kunde, f.eks. en industrivirksomhed, afhænger af de lokale forhold.

”

Hans Martin



Jeg ville gerne udvikle ejendommen, bl.a. i lyset af, at sønnen skulle hjem og være med i driften. Der skulle være mere arbejde og mere indtjening. Flere køer var en mulighed men ikke så let i praksis, når vi er økologer pga. arealkravet. Biogas var en alternativ mulighed, og beregningerne viste, at det kunne skabe indkomst svarende til 100 køer.

”

Jens



Der er tre årsager til min investering i biogas: Alle dyr er på dybstrøelse, og jeg ville gerne have bedre (flydende) gødning. Jeg ønsker at bidrage til den økologiske strategi om udfasning af fossilt brændstof. Jeg vil gerne udvide aktiviteterne og indtægtskilderne på bedriften. Ejendommen skal stå på flere ben. Prikken over i'et var investeringstilskudet fra Fødevareministeriet i 2012.

KILDER OG MATERIALE OM ETABLERING AF BIOGASANLÆG

Patterson, M. 2015. Kom godt i gang med gårdbiogas – håndbog for landmænd, KTBL, Oversat af Lone Lindgaard Rasmussen AgroTech / Teknologisk Institut.

Al Seadi, T. m.fl. 2008. Biogas Handbook. University of Southern Denmark, Esbjerg. www.lemvigbiogas.com

Tybirk, K. 2014. Kogebog for etablering af biogasanlæg. Implement / Agro Business Park. www.inbiom.dk

Beslutningsgrundlag for et biogasanlæg

Er man efter de indledende overvejelser fortsat interesseret i at udnytte fordelene ved biogas, skal man i en forundersøgelse undersøge, om det er realistisk at gå i gang med projektet og derved få et konkret beslutningsgrundlag etableret.

Det er en fordel at benytte sig af rådgivere med indsigt i biogasområdet til at finde svar på følgende spørgsmål:

- 1) Hvor stort er biomassegrundlaget, dvs. mængden af biomasse egnet til at producere biogas af, inden for et nærmere bestemt geografisk opland, f.eks. en radius af 30 km, og hvor stor en gasproduktion kan forventes?
- 2) Hvilke samarbejdspartnere skal evt. involveres, f.eks. flere landmænd, energiselskaber, lokal fjernvarmeverk m.fl.?
- 3) Hvilke typer af anlæg (og leverandører heraf) vil være relevante til den type biomasse, som er til rådighed, og hvad koster disse anlæg?
- 4) Hvordan skal biogassen afsættes? Hvilke kunder er interesseret, og hvilke priser kan opnås? Kan dele af energien udnyttes på bedriften?
- 5) Hvordan ser et investerings- og driftsbudget ud? Er investeringen rentabel, og hvilke risici er aktuelle?
- 6) Hvor kan anlægget placeres? Afklar forholdet til naboer og kommunens indstilling.
- 7) Hvilke positive og negative effekter kan der være af biogasproduktion på landbrugsbedriften?
- 8) Hvordan ser det samlede beslutningsgrundlag ud i form af forretningsplan med fordele og ulemper?

BIOMASSEGRUNDLAGET

Biomassetyper

De mest oplagte typer og eksempler på biomasse ses i Tabel 2. Det kan være biomasse fra egen landbrugsbedrift eller fra en gruppe af bedrifter. Dertil kan komme biomasse fra virksomheder og formidlere af restprodukter og affaldsfraktioner, der er egnet til biogasproduktion. Biomasse skal kunne nedbrydes ved iltfri forgæring i biogasanlægget. F.eks. kan træholdigt materiale som flis, savsmuld eller groft have-parkaffald ikke nedbrydes og er derfor ikke egnet. Nogle restprodukter, f.eks. madaffald kræver en hygiejnisering, inden det må bruges i biogasanlægget.

TABEL 2. EKSEMPLER PÅ BIOMASSE TIL BRUG I GÅRDBIOGASANLÆG

Husdyrgødning	Plantemateriale	Restprodukter
Gylle fra kvæg og svin	Ensilage af kløvergræs og efterafgrøder	Kildesorteret husholdningsaffald (omdannet til pulp og hygiejniseret)
Dybstrøelse	Enggræs	Madaffald fra køkkener og butikker (omdannet til pulp og hygiejniseret)
Fjerkræ-gødning	Halm, frøgræshalm og hø	Glycerin (ikke fra GMO-planter)
Heste-gødning	Kerne og frø	Mave-tarmindhold fra slagtede dyr
Minkgødning	Foderrester	Pektin



Hans Martin



Det er ikke noget problem at skaffe biomasse. Jeg bliver tilbudt alt muligt – gulerødder, grødeskær, fisk, materiale fra fedtfang osv. Udfordringen er at finde ud af, hvad man skal sige ja til og at beregne prisen. Jeg siger som regel nej til de alternative biomasser. Der kan være meget bøvl med det, og det er svært at prissætte.

Omkostninger til biomasse skal især ses i forhold til transportafstande.

Den daglige fodring består af 17 ton fast biomasse + 20 ton kvæggylle. Den faste biomasse er dybstrøelse, hønsemøg, majs-helsæd, kløvergræsensilage og helsæd af korn. Foderplanen er grundlæggende fast, men får jeg tilbudt 40 ton billig græsensilage, tager jeg det med. Men jeg vil ikke hente det på marken. Det har jeg ikke tid til.

Jeg har ikke planer om at ændre foderplanen, dog vil jeg nok øge mængden af græsensilage. Det giver mere gas end dybstrøelse, og der er færre fremmedlegemer i.

Jeg vil ikke bruge grødeskær, det er forurenet med fremmedlegemer. Jeg vil kun bruge kvalitetsprodukter. Jeg vil ikke ud over 15 km i transportafstand, og jeg vil ikke have gammel dybstrøelse. Den skal være frisk fra stalden.



Jens



Det er nemt nok at skaffe biomasse til rimelig pris - desværre bl.a. på grund af konkurser. Det er svært at blive enige med kommuner om pris på græs fra lavbundsarealer, der matcher værdien af det.

Der er en fast biomasseplan på daglig basis, men den er variabel over tid. Pt. er foderplanen:

5 ton græsensilage Øko.

4 ton majs Konv.

1 ton hønsemøg Øko.

1 ton hestemøg Konv.

2 ton 'halmensilage' (hestebønne, lupin, byg/rajræs) Øko.

9 ton dybstrøelse Øko.

48 ton gylle Øko.

På længere sigt vil jeg gerne udfase ensilage og majs, men mine principper er væk. Det skal give gas og kunne forrente sig.

Biomassesammensætning

Generelt er det en fordel for biogasprocessen, at 'foderet' består af mange forskellige typer biomasse. Sammensætningen af biomassen skal dog overholde nogle få krav, f.eks. højst 10-20 pct. tørstof i gennemsnit (afhængig af anlægstype) og højst 6 kg total-kvælstof pr. ton biomasse i gennemsnit. Generelt er landbrugsbiomasser velegnede til biogasproduktion, og det samme gælder restprodukter fra fødevarerindustrien. Enkelte industriprodukter kan dog være forbundet med problemer som f.eks. lugt eller, at materialet vil danne skum. Det er vigtigt at bruge en rådgiver til at hjælpe med at vurdere biomassesammensætningen. Ligeledes bør leverandøren af anlægget sige god for, at den ønskede biomassesammensætning passer til anlæggets teknologi og indretning.

Som leverandør af afgasset biomasse skal man sikre sig, at den er tilladt at anvende som gødning i økologisk jordbrug. Det betyder, at de oprindelige biomasser skal fremgå af Bilag 1 i Økologivejledningen. Reglerne for økologisk produktion foreskriver hvilke gødningstyper, man må bruge på markerne, og det afspejler derfor også hvilke typer biomasse, man må bruge i biogasanlægget, når disse efterfølgende skal på markerne som afgasset gødning. Der er udarbejdet et Biomassekatalog, som beskriver reglerne og indeholder en positivliste over godkendte restproduk-

ter. Nogle typer biomasse, f.eks. slam fra slagterier og mejerier, som normalt må bruges til biogasproduktion, må ikke anvendes i økologiske anlæg. Læs mere om dette i kapitel 6 og i Biomassekataloget.

TABEL 3. BIOGASPOTENTIALE I FORSKELLIGE BIOMASSER

Biomasse	% tørstof	m ³ biogas pr. ton
Kvæggylle	8 %	20
Svinegylle	5 %	17
Kvægdybstrøelse	25 %	96
Fjerkrægødning	40 %	150
Hestegødning	27 %	112
Kløvergræsensilage	30 %	157
Enggræs	50 %	128
Majsensilage	30 %	166
Halm	86 %	292
Kildesorteret husholdsaffald	16 %	95
Glycerin	100 %	842



Dagens ration af biomasse ligger klar til at blive indfodret i biogasanlægget: ensilage til venstre og fast, halmrig gødning til højre.



Hans Martin



Jeg har fire-fem leverandører / aftagere. Det har været nemt at etablere samarbejde. Vi har mundtlige aftaler, som begge parter har fordele af, og anvender ikke skriftlig kontrakt. Leverandørerne er motiveret af, at de i stedet for dybstrøelse kan få flydende gylle. Mængder ind og ud opgøres i kg N. Der er meget at holde regnskab med. Leverancer ind og ud skal planlægges. Alle skal bruge gylle om foråret, og har de krav på 1000 ton gylle, skal den være der. Det kræver store lagre, og samarbejdspartnerne skal løbende tage gødning hjem til oplagring hos dem selv.



Jens



Jeg har fire faste leverandører, der også tager gylle retur; tre mælkeproducenter og én ægproducent. Andre ringer og tilbyder biomasser, og nogle gange køber jeg græs og majs. Det har været nemt at finde samarbejdspartnerne, og jeg kunne sagtens finde flere. Deres motivation er en bedre kvalitet af retur-gødningen. Ikke mindst kyllingeproducenter får en mere jævn gødningskvalitet. En enkelt har haft fordel af samarbejdet i f.m. en miljøgodkendelse. Man skal være skarp omkring aftalerne, så der ikke opstår usikkerhed om, om man nu får lige så meget N retur, som man leverer. Vi tager prøver af gyllen, så der er synlighed omkring kvalitet.

Mængden af biomasse

Jo større mængde biomasse og dermed gasproduktion, man kan få rådighed over, jo bedre økonomi kan man opnå pga. stordriftsfordele, men der er også omkostninger ved at transportere biomasse, så der er grænser for hvor stort et opland, det kan betale sig at samle ind fra. Det ideelle er en stor mængde biomasse koncentreret inden for et lille geografisk område. Som minimum bør man have omkring 3.000-5.000 ton tørstof i biomasse om året til rådighed for at opnå en rimelig økonomi med de nuværende afsætnings- og prisforhold. Dette opnår man kun ved at samarbejde med andre landmænd og / eller virksomheder om biomasseforsyningen. Derfor er det en god ide at inddrage mulige samarbejdspartnerne og kolleger tidligt i forløbet og i udviklingen af idéen om biogasproduktion.

Jo større mængde biomasse, man budgetterer med udefra, jo større er afhængigheden også af de involverede leverandører og samarbejdspartnerne. Hvis man køber biomasse på det frie marked, er afhængigheden udstrakt til de prisforhold, som udbud og efterspørgsel frembringer. Det har mange tyske anlægsejere lært på den hårde måde, da en hel del er gået konkurs. Den sikreste vej for anlæggets langsigtede forsyningsikkerhed er at opbygge en stabil, loyal og forpligtende forsyningskreds af leverandører, som også har fordele af at medvirke til biogasanlæggets omsætning, f.eks. ved at de som landmænd får en bedre gødning retur. Det kan betyde, at man betaler lidt mere for biomassen i perioder men til gengæld ikke risikerer for høje priser, når der er mangel på biomasse.

Har man fra 3.000 til 10.000 ton tørstof vil det være relevant at producere kraft-varme, dvs. el og varme. Hvis man har over 10.000 ton tørstof, er det relevant at overveje at rense gassen og indføre den i naturgasnettet. Har man un-

der 3.000 ton tørstof er en rentabel biogasproduktion kun mulig i særlige tilfælde, hvor omkostningerne og investeringerne er specielt lave.

SAMARBEJDSPARTNERE

Det er en god idé at se et biogasanlæg som et fælles projekt for flere parter, selvom der evt. kun er een ejer. Der er mange interessenter, der kan have direkte eller indirekte interesse i biogasanlægget. De direkte interessenter er dem, der bliver økonomisk eller på anden måde direkte involveret, f.eks. leverandører af biomasse, aftagere af energien og naboer i området. Det er vigtigt at indlede en tidlig dialog med kommunen og med sine naboer om muligheden for at få godkendt byggeri af et biogasanlæg. Og inden da skal man have afklaret hvilken størrelse, man sigter på at bygge, og hvor meget biomasse det skal omsætte pr. døgn, da dette afgør hvilken lovgivning, anlægget hører ind under.

RELEVANTE ANLÆGSKONCEPTER

Et biogasanlæg kan indrettes på et antal af måder, og der er udviklet mange tekniske løsninger til de forskellige trin i anlægget. Der er ikke to anlæg, der er ens, men man kan opdele biogasanlæg i hovedtyper af anlæg, som der er tradition for at bygge i bestemte områder eller til bestemte formål. F.eks. er mange danske anlæg bygget til at håndtere og afgasse flydende biomasse med en forholdsvis kort opholdstid. Det skyldes, at der især har været gylle og flydende industrielt biologisk affald til rådighed gennem mange år. I Tyskland har man brugt afgrøder som supplement til husdyrgødning, herunder fast husdyrgødning, og sågar haft anlæg, der alene kører på plantebiomasse. Derfor er tyske anlæg anderledes bygget op end de traditionelle danske anlæg, og virker som interessante løsninger til økologiske biogasanlæg. Til økologiske anlæg er det vigtigt at finde det anlægskoncept, som passer til den biomasse, man forventer at have rådighed over.

Fast biomasse som kløvergræsensilage, enggræs, halm, dybstrøelse, hestegødning og anden fast husdyrgødning er udfordrende typer af biomasse i et biogasanlæg. De kan ikke pumpes og er svære at holde omrørt og homogene, da de flyder op til overfladen og danner flydelag. Der arbejdes stadig på at finde veje til at håndtere faste biomasser, da disse har et stort gaspotentiale og er økonomisk fordelagtige at afgasse sammen med gylle. De største udfordringer er indfødning i reaktortanken og omrøring. Se evt. Figur 4 side 32. Udfordringen med omrøring kan evt. løses eller mindskes indirekte ved at forbehandle biomassen.

Indfødning

Indfødning med snegle fungerer fint og er udbredt på tyske gårdbiogasanlæg, men der er stor slitage på snegleudstyret. Fast biomasse kan også blandes op med gylle i en fortank og pumpes ind med en knivpumpe, eller en prop af biomasse kan presses ned i et rør med en gyllestrøm, som pumpes ind. Biomassen kan også skubbes ind gennem en vandlås.

Omrøring

Neddykkede propel-omrørere med hurtigtgående propeller kommer til kort over for den seje grød af fibre i en blanding af gylle og fast biomasse. Det samme gælder store tophængte propeller, som bruges på mange danske fællesanlæg. Derfor er løsningen ofte at bruge mere langsomt gående omrørere (padler) som trækker flydelaget ned i den flydende del af reaktorindholdet. En anden løsning er at pumpe biogas blandet med gylle ind midt i reaktoren og derved mindske vægtfylden af det øverste af det flydende reaktorindhold. Så bliver flydelaget tungere end væsken nedenunder og synker derfor ned i væsken. Endelig kan man lade flydelag være flydelag og sprøjte væske henover flydelaget, så det holdes fugtigt og processen i gang.

Forbehandling

Mange forskellige teknikker afprøves og bruges: mekanisk neddeling, knusning, brikettering, kogning, ensilering mm. På Aarhus Universitets biogasanlæg i Foulum står en Extruder, som moser enggræs og dybstrøelse, så det suger væske til sig og nemmere blandes med gylle. Andre steder bruges en kædeknuser, som også moser materialet. Fælles for alle de mekaniske metoder er, at de kræver ekstra investeringer i udstyr og er forbundet med en del driftsomkostninger. Hvis man har lang opholdstid, øges gasudbyttet ikke ved forbehandlingen, men biomassen bliver nemmere at omrøre i reaktoren. Ensilering af snittet halm sammen med græs eller efterafgrøde er en interessant low-cost mulighed, som mørner halmen og gør den nemmere at holde omrørt.



Hans Martin



Jeg har hele tiden villet have agriKomps anlæg og fik i første omgang et tysk tilbud. Det får man ikke noget ud af at gå i banken med. Det hjalp, da JH-Bioenergi gik i samarbejde med agriKomp og vi fik noget materiale på dansk.

Jeg har ikke umiddelbart nogle råd andet end, at man skal indstille sig på, at det er tidkrævende at hente tilbud hjem og vurdere og forhandle dem på plads.



Jens



Det har været nemt at indhente tilbud, men tal og beregninger skal tjekkes af uvildig part. Jeg har valgt anlæg bl.a. ud fra pris. Læg 10 pct. til. Der er altid noget, der bliver anderledes, når man går i gang.



1. Indfødning gennem en vandlås
2. Indfødning med snegl
3. Padler til omrøring af biomasse
4. GasMix til omrøring af flydelaget
5. Dyse sprøjter væske henover flydelaget
6. Kædekuser moser biomassen
7. Extruder moser fast biomasse før indfødning

KILDER OG MATERIALE OM FAST BIOMASSE OG ANLÆGSTEKNIK

Biogasanlæg til afgasning af kløvergræs og andre faste biomasser. Videnscenter for Landbrug, 2014. www.landbrugsinfo.dk
 Notat – Praktisk anvendelse af dybstrøelse som substrat på biogasanlæg – kommende som eksisterende. PlanEnergi, 2013. www.ens.dk
 Fremtidens Biogasanlæg – Kortlægningsprojekt for Region Midtjylland. SEGES, 2016. www.rm.dk

AFSÆTNING AF ENERGI / BIOGAS

Den producerede biogas kan omsættes / sælges på hovedsageligt tre forskellige måder.

Egen kraftvarmeproduktion

I biogasanlægget bliver der integreret en kraftvarmemotor, som kan afbrænde biogassen i dens rå form og levere strøm og varme. Strømmen sendes ud på el-nettet gennem en transformator, som det lokale el-selskab sætter op. Varmen udnyttes til at holde processen i biogasanlæggets tanke på den optimale temperatur. I sommerhalvåret er der et varmeoverskud, som ikke kan udnyttes, og det kan man evt. bruge til tørring eller varmebehandling af afgrøder, eller man kan sælge den som fjernvarme til nærliggende beboelse eller institutioner.

Prisen for strøm, der sælges til el-nettet er fastlagt i en politisk aftale i energiforliget af 2012 og kan svinge i forhold til naturgas-markedsprisen. Se afsnittet Prisudvikling for biogas-elektricitet side 38. Prisen for varmen, hvis den kan sælges, forhandles individuelt med aftagerne og afhænger af de udgifter, de pågældende har som reference, og hvilke investeringer, der skal bæres til fjernvarmerør m.v. og af hvem.

Opgradering til naturgasnettet

I tilfælde af en stor biogasproduktion kan det betale sig at investere i et opgraderingsanlæg og en modtagestation, der kan indføre biogassen i naturgasnettet. Dette betyder en ekstra investering på 20-25 mio. kr. og er kun rentabel,

hvis anlægget producerer over 2-3 mio. m³ metan om året (= 5-6 mio. m³ biogas). Prisen for metan er også fastlagt via energiforliget af 2012. Prisen er mere stabil end prisen for biogas-el, fordi naturgasprisen er reference.

Salg af gas til proces

Biogassen kan sælges direkte til en virksomhed, som har brug for varme eller f.eks. damp. Gassen kan føres direkte til virksomheden via gasrør, og omsætning af gassen til varme, damp eller andet sker på virksomheden, som derfor skal investere i passende udstyr.

Pristillægget for gassen er lavere end ved opgradering til naturgasnettet, fordi behovet for investeringer ved selve biogasanlægget er lavere. Men prisen er lige så stabil som ved salg til naturgasnettet.

Priserne for biogas-energi afhænger fremover af de politiske vinde, hvor der på den ene side er en klima-målsætning om, at mere husdyrgødning skal afgasses, og en økologi-målsætning om at få mere økologisk biogas i gang. På den anden side er vedvarende energi fra sol og vind blevet meget billig og kræver mindre økonomisk støtte. Det kan afstedkomme, at politikerne er tilbageholdende med at holde et tilstrækkeligt højt støtteniveau til biogasområdet.

Biogasanlæg med opgraderingsanlæg i forgrunden. Her bliver biogassen rensat til naturgaskvalitet og indført i naturgasnettet.

TABEL 4. INVESTERINGSBUDGET EKSEMPEL

	Kr.
Biogasanlæg med motor, 340 kW	9.600.000
Gylletank, overdækket, 5.000 m ³	750.000
Udstyr i alt	10.350.000
Jordarbejde og vejarbejde samt oplagsplads	500.000
Jordprøver og jordundersøgelse	10.000
Podegyllle	15.000
Installation til elnettet og ekstra ampere	370.000
El-arbejde	60.000
Bygherrerådgivning	50.000
Konsulent, sagsbehandling	50.000
I alt	11.405.000



INVESTERINGS- OG DRIFTSBUDGET

Det er vigtigt at få et troværdigt billede af såvel investeringsomfanget som driftsøkonomien i et økologisk biogasanlæg. Der er ikke i Danmark mange fortilfælde, man kan budgettere efter, men der kommer forhåbentligt flere.

Investeringsbudget

Et eksempel på et investeringsbudget ses i Tabel 4. Et gårdbiogasanlæg leveres typisk som et nøglefærdigt anlæg, hvilket betyder, at selve anlægget og al teknik leveres, bygges og installeres af leverandøren af anlægget. Der er dog en del andre komponenter og services, som leveres af andre leverandører, og disse skal også med i budgettet. Til et gårdbiogasanlæg til kraftvarmeproduktion vil følgende dele indgå:

Jordarbejde m.v.

I nogle tilfælde er jordarbejde ikke med i hovedentreprisen, og det er anlægsejeren, der selv skal bestille udgravning af fundament til biogasanlægget, render til rørføring og andre elementer i anlægget.

Ekstra gylletank / ekstra opbevaringskapacitet

I biogasanlægget omsættes en del fast materiale, som bliver flydende efter afgangning. Derfor bliver der behov for mere opbevaringskapacitet, typisk 0,85 x vægten af den faste biomasse, da ca. halvdelen af tørstoffet bliver til gas. Med en tørstofprocent på 30 i gennemsnit i den faste biomasse forsvinder dermed 15 pct. af friskvægt-massen.

I stedet for at bygge en ekstra gylletank kan man investere i en separator og få fiberfraktionen skilt ud via separation. Denne skal i så fald opbevares på betonplads eller lignende og overdækkes, hvilket der skal budgetteres med.

Opbevaring af fast biomasse

En plansilo eller beton-/asfaltplads til opbevaring af fast biomasse er oftest nødvendig – i det mindste som modtageplads, når biomassen leveres af andre. Det kan være til halm, frøgræshalm, enghø, dybstrøelse, ensilage m.v. Pladsen bruges dagligt til hentning af foder, så den skal indrettes gennemtænkt og praktisk.

Tilkørselsvej

Med eksterne leverandører er det nødvendigt med gode tilkørselsforhold for lastbiler, der skal bringe og hente gylle og anden biomasse. Et fornuftigt vejforløb, hvor bilerne kan komme ind og ud uden at skulle vende og bakke, er en stor fordel i det daglige. Desuden må transporten med biomasse ikke krydse de interne transportveje til fodersiloer m.v.

Tilslutning til el-net

Der er omkostninger til at etablere transformatorstation og kabelføring samt omkostninger til den lokale elektriker, der skal tilslutte anlægget og de forskellige strømforbrugende komponenter. Det kan også være nødvendigt at indlægge større kapacitet til forbrugssiden, hvis der ikke er kapacitet nok i forvejen, dvs. ekstra kabler på ind-siden samt ampere-rettigeheder.

Opstart af anlægget

Køb og transport af podedgylle fra et andet biogasanlæg udgør en omkostning. Podedgylle indeholder metanbakterier, som skal opformeres i det nye biogasanlæg. Hertil kommer opvarmning af biomassen med en ekstern varmekilde, f.eks. et mobilt oliefyfyr, indtil motoren kan sluttes til og overtage forsyningen af procesvarme.

Konsulentopgaver

Dette punkt indeholder opgaver som planlægning af projektet, budgetter og beregning af biogaspotentiale m.v. Til ansøgning om miljøtilladelse m.v. er der både udgifter til miljøkonsulenten og gebyr for sagsbehandling hos kommunen. Endelig er der honorar til bygherrerådgivning, hvis en sådan inddrages.

Byggerente

Indtil den endelig finansiering kan overtage betaling af de forskellige omkostninger, vil der typisk løbe byggerenter på som en engangsomkostning.

Diverse til uforudsete udgifter

Et godt polstret budget afsætter 10 pct. her.

Driftsbudget

Driftsbudgettet er det mest afgørende for biogasanlæggets økonomi, og her er energipriserne (for solgt energi) og omkostninger til fremskaffelse af biomasse de mest afgørende poster. Et eksempel på et driftsbudget ses i Tabel 5.

Udgiftsposterne er:

Biomasse

Når man bruger biomasse fra landbrug, vil de pågældende landmænd gerne have næringsstofferne retur i form af afgasset gylle. Dette gælder ikke mindst økologer, da de ofte ikke har udnyttet deres N-kvoteg og P-loft. Biogasanlægget låner så at sige bare biomassen. I de tilfælde, hvor næringsstofferne ikke skal retur, kan man aftale en købspris, så de kan afsættes andre steder. Når man betaler for biomasse inkl. transport, kan man skele både til gaspotentialet pr. ton biomasse og til værdien af de næringsstoffer, der kan gøre gavn i marker hos modtagere af afgasset biomasse.

Høst af biomasse

Hvis man bruger afgrøder, kan man enten købe ensilage leveret, dvs. inkl. høst og transportomkostninger, eller købe afgrøder på roden og afholde høst- og transportomkostninger separat. Hvis der er tale om større arealer, kan køb på roden være en fordel, idet man kan lave et udbud af opgaven til maskinstationer.

Transport

Dette kan være en stor post. Det kan ikke betale sig at hente gylle over store afstande, f.eks. over 20-25 km, da gaspotentialet i gylle er begrænset, hvorimod det bedre kan betale sig at hente fast biomasse som dybstrøelse og ensilage over større afstande.

TABEL 5. DRIFTSBUDGET FOR ET GÅRDBIOGASANLÆG MED KRAFTVARMEMOTOR

Driftsudgifter				
Køb af biomasse			Kr.	Kr. i alt
Majs	50 kr./ton	500 ton	25.000	
Halm	300 kr./ton	1.000 ton	300.000	
Husholdningsaffald	100 kr./ton	5.000 ton	500.000	825.000
Transport				
Transport, dybstrøelse	50 kr./ton	1.200 ton	60.000	
Transport, svinegylle	20 kr./ton	3.500 ton	70.000	130.000
Energiforbrug				
Elforbrug	0,80 kr./kWh	141.499 kWh	113.199	113.199
Vedligehold				
Vedligehold, motor	0,115 kr./kWh _{el}	2.829.984 kWh _{el}	325.448	
Vedligehold, anlæg	2,2 % af investering	9.181.125 kr.	201.985	527.433
Personale				
Personale, mandeår	450.000 kr./år	0,25 person	112.500	112.500
Diverse				
Forbrugsmaterialer, analyser			84.000	
Revisor, regnskab, rådgiver			28.727	
Div., forsikring m.v.			143.763	256.490
Driftsudgifter, total				1.964.622
Indtægter				
Elsalg	1,11 kr./kWh	2.829.984 kWh	3.132.227	
Varmesalg, fjv. 1	0,00 kr./kWh	891.709 kWh	0	
Gødningssalg N	10,00 kr./kg N	31.500 kg	315.000	
Indtægter, total			3.447.227	3.447.227
Resultat				1.482.604



Hans Martin



Vi står selv for en stor del af transporten både af biomasse og af gylle, men hvis en leverandør alligevel har biomassen på en vogn (f.eks. dybstrøelse), så kører han den selv herover. Gylle leverer vi til de nærmeste naboer. Jeg kender ikke den eksakte pris på transport. Det er meget individuelle aftaler, vi har med samarbejdspartnerne alt efter afstand og udstyr. Jeg vil ikke køre over 15 km.



Jens



Maskinstation transporterer al gylle. De kør-er for mig to gange om ugen og kender mine behov. Gyllen skal være omrørt ved afhentning. Mht. dybstrøelse aftaler leverandørerne transporten, men der ligger en plan for levering. Maskinstationen er en central partner, som alle skal have tillid til, og som har styr på tingene. Transport koster 15-20 kr./m³, hvilket er næsten dobbelt så meget som budgetteret. Gylletransport er dyrest, så leverandører skal være tæt på. Andet kan man køre lidt længere med, hvis det er en god kvalitet, f.eks. majs.

Energiforbrug

Standardforbruget af elektricitet angives til at ligge på 5 til 10 pct. af den mængde, som anlægget producerer, hvis der er tale om et strømproducerende anlæg. Det er billigst at købe strøm til anlægget, da salgsprisen for strøm er væsentligt højere pga. pristillægget.

Hvis anlægget leverer gas til naturgasnettet eller til en virksomhed, og man derfor ikke selv har varmen fra en kraftvarmemotor, skal der etableres en anden varmekilde. Det kan være fra et flis- eller træpillefyr, halmfyr, gas-kedel, evt. med tilslutning af naturgas. Nogle anlæg bruger også varmepumper, hvor den afgående gylle varmer den indgående gylle op i først en varmeveksler og siden med varmepumper. Det er svært at vurdere, hvad der er mest økonomisk, da energipriser, afgifter m.v. kan ændre sig meget.

Der forbruges også diesel til traktor eller teleskoplæsser til at fylde fast biomasse i et indfødningssystem.

Vedligehold

Der kan findes faste satser for, hvad man skal afsætte til vedligehold af biogasanlægget og ikke mindst gasmotoren. Nogle anlægsleverandører angiver mellem 7 og 11 øre pr. kWh produceret el til kraftvarmemotoren samt 2,5 pct. af investeringen om året til selve biogasanlægget. Nogle dele af anlægget slides særligt meget, f.eks. pumper og disses membraner, transportsnegle m.v.

Forbrugsmaterialer

Olie til olieskift på motoren, nye stempelhoveder, pakninger til motoren, analyseomkostninger, diverse forbrugsmaterialer.

Personale

Her skal man vurdere, hvordan pasning af anlægget skal organiseres. Mindre anlæg kan måske passes med eksisterende arbejdskraft, mens der andre steder skal ansættes ½ til to personer. Pasningsbehovet kan være meget skævt fordelt med f.eks. kun en times daglige rutiner og hele eller flere dage, når udstyr skal skiftes ud eller repareres. Administration og aftaler om biomasse kan erfaringsmæssigt tage megen tid, i hvert fald indtil det bliver rutine for de involverede. Til daglige rutiner hører udfyldelse af kontrolskemaer, dokumentation af biomasse-mængder og N-indhold. Det tyske landbrugsinstitut KTBL har sat arbejdskraftforbruget på formel: Et lille anlæg på 75 kW kræver 9,6 timer pr. kW om året mens et stort anlæg på 1.000 kW kræver fire timer pr. kW, dvs. hhv. 720 timer og 4.000 timer til de to størrelser anlæg.

Diverse

Denne kan indeholde det administrative som f.eks. regnskab og revision og forsikring. Kundeservice, hvis anlægsleverandøren tilbyder en sådan, kan evt. være en del af entreprisen det første år.

:



Hans Martin



Den daglige pasning består i at tjekke temperatur samt hvor højt, indholdet i reaktortanken står, og fodre anlægget (pt. 17 ton). Det tager ca. en time.

Det er ikke særligt kompliceret, og både jeg og min søn kan gøre det. Det ville også være muligt at instruere andre i det. Den daglige udfordring er ikke selve rutinearbejdet men at sørge for, der altid er 'foder' på lageret. Det kræver meget planlægning, og der går meget tid med:

- Aftaler med leverandører
- Høste foder
- Hente/modtage biomasse
- Holde regnskab med biomasse
- Køre i stak, når der kommer biomasse
- Besøgende
- Vurdere tilbud om biomasse

En af os skal altid være hjemme. Det duer ikke, hvis vi begge er væk. Der ligger noget indkøring i det, og jeg forventer, det bliver lettere med tiden, når leverandørerne også opbygger rutiner og kender pladsen.



Jens



Den daglige rutine er fodring (20 minutter) samt opsyn med produktion, temperatur, mængder i tankene, pumper og følere (20-30 minutter).

Periodiske opgaver er smøring (10 min/uge) og olieskift (30 min/5.-6. uge). Gearmotoren efterses hvert halve år.

Alle kan fodre, både de to medarbejdere og mine to sønner. Så længe der ikke er fejlmeldinger, er det ikke noget problem, og nogle fejl kan de også ordne, eller jeg kan guide via telefon.



Kraftvarmemotor kræver løbende vedligehold, da den skal køre konstant, dvs. over 8.000 timer om året.

Indtægtsposterne i driftsbudgettet er:

Elsalg

For et biogasanlæg med en kraftvarmemotor er salget af el den vigtigste indtægt. Udviklingen i elprisen kan ses i Figur 5.

Varme

Den varme, der ikke udnyttes til procesvarme, kan evt. også sælges, hvis der investeres i fjernvarmerør til nærliggende boliger eller institutioner, men ofte er det ikke muligt. Udnyttelse til tørring og varmebehandling af afgrøder kan overvejes.

Salg af biogas

Endelig er der salg af gas til naturgasnettet eller til en virksomhed. Disse to markeder er reguleret med forskellige tilskud, da der er større omkostninger forbundet med at få gassen på naturgasnettet, end der er ved direkte salg til en virksomhed

Salg af næringsstoffer

De næringsstoffer, der er i overskud, f.eks. fordi de ikke skal retur til leverandøren, kan sælges, og værdien af dem på markedet varierer fra område til område. I husdyrtætte områder har økologiske landmænd ofte et alternativ i form af gødning fra økologiske eller konventionelle husdyr, og her kan det være svært at opnå en pris for næringsstofferne pga. konkurrencen. I andre områder, f.eks. i det østlige af Danmark, er det svært at skaffe gylle til økologiske afgrøder, og her man kan beregne en pris ud fra indholdet af næringsstoffer og de alternativer, aftagerne har til rådighed.

SCREENING AF PLACERINGSMULIGHEDER

Det er vigtigt at inddrage kommunen tidligt i forløbet, når man planlægger et biogasanlæg. Sammen med en erfaren miljøkonsulent kan man fremlægge nogle placeringsforslag for kommunen og bede den om at tage stilling til, om det er realistisk at bruge en af de foreslåede placeringer.

Der er ikke egentlige afstandskrav fra anlægget til naboer, men der anbefales en minimumsafstand på 300 m til enkeltbebyggelse og 500 m til en samlet bebyggelse i det åbne land. Kommunen vurderer konkret, om de pågældende naboer vil få gene af biogasanlægget, og giver tilladelsen ud fra dette.

Ud over afstand til naboer vurderer kommunen en række andre ting, som trafikforhold, landskab, miljø og natur, samt hvilke typer og mængder af biomasse, der skal behandles. Se mere i kapitel 5 Ansøgning om tilladelse til etablering af biogasanlæg, side 24.

LANDBRUGSFORDELE VED BIOGASPRODUKTION

Den vigtigste grund til at gå i gang med økologisk biogasproduktion er, at det kan give landbrugsproduktionen et løft på forskellige måder. Hvordan og hvor meget, denne forbedring slår igennem, afhænger af de konkrete forhold. Her følger et kort overblik over de mest relevante landbrugsfordele.

Generelle fordele

- Bedre udnyttelse af kvælstof i gødningen og derved mulighed for højere udbytte: Omfanget afhænger af hvilket gødskningsniveau, man har i forvejen. I nogle tilfælde kan import af totalkvælstof være større end før, da lavere krav til udnyttelse spiller ind i regnestykket.

- Mere koncentreret gødning og færre transport- og udbringningsomkostninger: Afhængig af de anvendte biomasser vil den afgassede gylle blive mere koncentreret mht. mængde næringsstoffer pr. ton. Der kan derfor køres med flere næringsstoffer i den samme fulde gyllevogn.
- Lugtgener ved udbringning bliver væsentligt mindre.
- Biogasanlæg kan være portal for recirkulering af både ikke-udnyttet plantebiomasse som halm, ukrant ensilage og enggræs såvel som biomasse fra virksomheder og husholdningsaffald fra borgere og madaffald fra butikker og køkkener.
- Større indtjening og mere alsidighed fra en ekstra driftsgren i landbruget – biogassen – under de rette omstændigheder.

Fordele på kvægbrug

- Her kan særligt fremhæves, at højere grovfoderudbytter pga. højere N-tilgængelighed kan lette et lidt anstrengt sædskifte, så der bliver længere mellem kløvergræs i sædskiftet.
- Sygdomskim og ukrudtfrø i gyllen bliver nedbragt.
- Fast gødning kan omsættes til flydende gødning, og flueproblemer mindskes.

Fordele på svine- og fjerkræbrug

- Overskud af fosfor kan fordeles på større arealer, når flere typer landbrug indgår i leverandørkredsen. Det bliver nemmere at overholde fosforlofterne.
- Sædskiftet kan blive mere alsidigt, når kløvergræs kan bruges til biogas.
- Fast gødning kan omsættes til flydende gødning, og flueproblemer mindskes.

Fordele på planteavlbrug

- Sædskiftet kan blive mere robust og er sammenligneligt med et samarbejdsforhold mellem en planteavler og kvægbruger om foder og gødningsudveksling.
- Efterafgrøder og halm kan udnyttes til biogas og gødning.
- Rod- og frøukrudt forebygges bedre med et robust sædskifte.
- Den mere tyndtflydende biogasgylle kan bruges til eftergødsning i voksende afgrøder og give mulighed for specialafgrøder med højere dækningsbidrag.

MILJØFORDELE VED BIOGASPRODUKTION

Ved at håndtere husdyrgødning og anden biomasse i biogasproduktionen bliver påvirkningen af det omgivende miljø mindre og udledning af klimaskadelige drivhusgasser ligeså. Mindre miljøpåvirkning er i landbrugets interesse, da forbrugertilliden til især økologiske produkter skal plejes godt.

- Mindre udvaskning af N: Potentialet for udvaskning af kvælstof fra afgasset husdyrgødning er mindre.
- Færre drivhusgasser: Udledning af metan og lattergas bliver mindre ved brug af biogasteknikken.
- Næringsstoffer fjernes fra enge og andre følsomme naturområder: Ved høst af enggræs kan næringsstof-

fer i følsomme områder flyttes til produktionsarealer og gøre nytte der.

- Recirkulering af næringsstoffer fra samfundet: Biogasanlæg er portal for modtagelse af restprodukter, der indeholder næringsstoffer, som derved kan udnyttes i landbruget igen og igen.
- Vedvarende energi og grøn omstilling: Biogas kan fortrænge naturgas og andre fossile energikilder, samtidig kan gassen, i modsætning til sol- og vindenergi, lagres og bruges når det er vindstille.
- Flere landbrug kan omlægge til økologisk drift, når adgang til næringsstoffer bliver bedre via biogasanlæggene.

FORRETNINGSPLAN OG SWOT-ANALYSE

Det anbefales at få udarbejdet en samlet forretningsplan ud fra alle de emner, der er beskrevet i dette kapitel. Forretningsplanen sætter de økonomiske og praktiske muligheder ind i en sammenhæng og beskriver også risici og ikke-økonomiske aspekter. Til det kan f.eks. en SWOT-analyse være et godt opsamlende værktøj (SWOT= styrker, svagheder, muligheder og trusler)

En forretningsplan er typisk på omkring 15-18 sider og bør indeholde:

- Formålet med investeringerne, dvs. generel årsag til at investere samt specifikke grunde for landmanden til at investere
- Beskrivelse af ikke tekniske aspekter, f.eks. juridisk selskabsstatus, placering, markedsanalyse, tilskud, sociale og økologiske aspekter
- Oversigt over tekniske aspekter samt dimensionering af biogasanlægget; tekniske beskrivelser af anlæg, biomasse mængde, transport, krav til arbejdskraft til driften etc.
- Økonomisk bæredygtighed inkl. tabeller med økonomiske data; investeringsplan, plan for årlige omkostninger, plan for indtægter pr. år samt plan for rentabilitet, etc.
- SWOT analyse
- Yderligere forklaringer og evt. anbefalinger fra biogas-ekspert.

I en velskrevet forretningsplan er de kritiske punkter i projektet drøftet og tjekket, således at beslutningsgrundlaget nu er solidt og robust.

Forretningsplanen har adskillige vigtige funktioner:

- Under forberedelserne af forretningsplanen skal landmanden være kritisk over for projektet for at undersøge projektets rentabilitet.
- Det er et informativt dokument til banker og andre långivere og/eller investorer og samarbejdspartnere. Långiverne vil efterspørge en forretningsplan, men også for forretningspartnerne er det et vigtigt dokument.

Alt i alt er det en god investering at få udarbejdet en professionel forretningsplan, som kan hjælpe til at træffe sikre beslutninger og bidrage til at skaffe kapital.

Indhent viden fra praktikere

At investere i egen biogasproduktion er en stor mundfuld for enhver landmand. Der er meget viden at sætte sig ind i, og inden beslutningen træffes, har man brug for at se og høre om andres erfaringer.

Den viden og de beregninger, man kan få fra rådgivere og andre er vigtige, men når beslutningsgrundlaget, gennemgået i de foregående afsnit, er på plads, skal man tage sig tid til at besøge nogle etablerede biogasanlæg både i ind- og udland.

Der er endnu kun få økologiske anlæg i Danmark, så det er overkommeligt at besøge dem og høre ejernes erfaringer. Ud over de to anlæg, der omtales i dette hæfte, er der også konventionelle både gårdanlæg fællesanlæg, som har erfaringer med biomasse, som er relevant for økologiske landmænd, f.eks. dybstrøelse, ensilage, halm, organisk dagrenovation (KOD) m.v.

Hovedinspirationen til økologisk biogas kommer fra Tyskland, der har haft økologiske biogasanlæg i mange år. Der er forskellige leverandører af disse anlæg, så her er større bredde i anlægskoncepter. Desværre er der kun få økologiske anlæg tæt på den dansk-tyske grænse, så en studietur på to-tre dage er godt givet ud. Der findes rådgivnings- og kursusvirksomheder i Tyskland, hvor man på et kursus af omkring en uges varighed kan blive sat grundigt ind i alle forhold omkring teknik og biologi og se nogle praktiske eksempler. Både SEGES og Økologisk Landsforening har arrangeret biogasstudieture til Tyskland. Turreferater kan findes herunder.

”

Hans Martin



Vi overvejede længe pga. økonomien i det. Muligheden for tilskud og energiforligets højere elpris gjorde udslaget for os.

Vær opmærksom på, at det kan tage lang tid, fra man går i gang, til anlægget kører. For os fire år.

”

Jens



Man skal være indstillet på at bruge god tid og drøfte sine ideer med mange forskellige personer; både rådgivere og folk med erfaringer fra egne anlæg. Fx omkring placering. Min egen forestilling om god placering viste sig ikke at være hensigtsmæssig.

Omkring valg af anlæg: Man skal afklare, hvad man vil putte i det og holde fast i det.

For mig betød det meget, at der kom et dansk firma ind over som bindeled til den tyske leverandør. I praksis er det dog endt med, at jeg kommunikerer direkte med Tyskland, så godt det nu kan lade sig gøre. Jeg håber, den danske servicepartner bliver bedre funderet til at kunne løse opgaverne.

Jeg har brugt flere forskellige rådgivere, og det skal man ikke være bange for, hvis ellers rollerne er klare. Det er vigtigt at få second opinion på tal og beregning og forudsætninger for beregninger.

ANBEFALET MATERIALE VEDRØRENDE PRAKTISKE ERFARINGER MED BIOGAS

Tersbøl, M. 2014. (Red.) Studietur til Tyskland. Biogasanlæg der kan omsætte planter og fast gødning. 9.-12. november 2014.

Udgivet af SEGES med bidrag fra Økologisk Landsforening og IBBK. www.landbrugsinfo.dk

Biogasstudietur til Tyskland – 25. september 2013. Kompetencecenter for Økologisk Biogas, Økologisk Landsforening. www.okologi.dk

Gerlach, F. 2012. Etablering og drift af biogasanlæg med kløvergræs som input materiale. Erfaringer fra driftsledere på økologiske biogasanlæg i Tyskland. Oversat og udgivet af Kompetencecenter for Økologisk Biogas, Økologisk Landsforening. www.okologi.dk

Biogasstudietur. 10.-13. oktober 2011. Kompetencecenter for Økologisk Biogas, Økologisk Landsforening. www.okologi.dk

Tyske erfaringer med græs i biogasanlæg. Kompetencecenter for Økologisk Biogas, Økologisk Landsforening www.okologi.dk

Biogaskurser i Tyskland hos IBBK: www.ibbk-biogas.de

Ansøgning om tilladelse til etablering af biogasanlæg

At få godkendt et biogasanlæg hos kommunen kan virke som en omstændelig og indviklet proces, og derfor er det første råd at bruge en erfaren miljøkonsulent til at stå for processen.

Biogasanlæg berøres af flere forskellige lovgivninger, og dette afgøres primært af hvilken biomasse, der bruges på anlægget, og hvor meget anlægget omsætter i døgnnet. Sammen med kommunen kan man få et overblik over, hvilke oplysninger, der skal bruges for at få en godkendelse inden for de relevante lovgivningsområder.

I den generelle forståelse skelner man mellem gårdanlæg og fællesanlæg. Men overgangen mellem disse er flydende, så det er mere relevant at se på hvor meget biomasse, anlægget behandler i døgnnet:

- Hvis et biogasanlæg kun behandler landbrugsbiomasse og under 30 ton i døgnnet, kan godkendelsen begrænses til en landzonetilladelse og en byggetilladelse.
- Hvis mængden er over 30 ton, skal der også søges om en miljøgodkendelse og en anmeldelse af projektet til kommunen med henblik på VVM-screening. Kommunen kan endvidere vurdere, om den finder det nødvendigt med en lokalplan for projektet og et kommuneplantillæg.
- Hvis mængden er over 100 ton i døgnnet, er anlægget obligatorisk VVM-pligtigt. Hvis der skal udstykkes et areal til byggeriet, skal der findes en egnet placering efter Planloven, dvs. at der skal laves en lokalplan og om nødvendigt et kommuneplantillæg.

VVM-rapport, lokalplan og miljøgodkendelse skal i høring med risiko for, at de kan blive påklaget til Natur- og Miljøankenævnet. Det kan resultere i, at der går ekstra lang tid, før der bliver truffet en afgørelse i sagen.

”

Hans Martin



Det har været enkelt at få landzonetilladelsen igennem. En konsulent har stået for det. Jeg skulle ikke have miljøgodkendelse, kun landzonetilladelse. Der har ikke været problemer, og ingen klager fra nogen.

”

Jens



Det har været et langstrakt forløb. Det er et nyt område for kommunen som ikke havde en køreplan for processen, men jeg har fået en god og fair behandling. Man skal ikke undervurdere betydningen af at involvere lokalsamfundet på et tidligt tidspunkt. Min sag var i Miljøklagenævnet to gange, hvilket trak sagen ud uden, at det i øvrigt ændrede projektet, bortset fra et krav om overdækning af lagre.

KILDER OG MATERIALE VEDRØRENDE TILLADELSER

Tybirk, K. 2014. Kogebog for etablering af biogasanlæg. Implement / Agro Business Park. www.inbiom.dk
 Biogassekretariatet, 2011. Introduktion til biogasanlæg. Miljøstyrelsen. www.naturstyrelsen.dk
 Kommuneplanlægning for Biogasanlæg. Apropos nr. 5. Naturstyrelsen. www.naturstyrelsen.dk

Relevante regelsæt og krav om tilladelser

Udover tilladelser til at bygge og etablere anlægget er der en række andre myndigheder og regelsæt, der skal involveres.

ØKOLOGIREGLERNE

Der findes ikke særlige regler for økologiske biogasanlæg. Udgangspunktet er de regler, der gælder for gødningsanvendelsen på økologiske brug. Der er en række forskellige forhold omkring dokumentation, som man skal være opmærksom på. De er beskrevet i Vejledning om økologisk jordbrugsproduktion.

I praksis vil biomasse i et økologisk biogasanlæg ofte være af både økologisk og ikke-økologisk oprindelse. Den afgassede biomasse vil have status af 'delvis økologisk' med en given økologiprocent. Derfor er det et krav, at man kan beregne, hvor stor en andel af det udnyttede kvælstof, der kommer fra henholdsvis den ene og anden oprindelse. Husdyrgødning og plantebiomasse fra hhv. dyr og marker under omlægning tæller som økologisk, når den økologiske andel skal udregnes.

Reglerne handler både om typer af gødning (det kvalitative) og mængder af gødning, der må bruges (det kvantitative)

Typer af gødning

En vigtig begrænsning er, at alle typer biomasse, som omsættes i biogasanlægget, skal fremgå af Bilag 1 i Vejledning om økologisk jordbrugsproduktion. Imidlertid er mange af de typer, som normalt bruges i biogasanlæg, ikke på bilag 1 i Økologivejledningen, f.eks. de fleste restprodukter fra mejerier, slagterier og medicin fremstilling. I Biomassekataloget udgivet af Økologisk Landsforening i 2017 findes mere specifikke lister over biomasser, som må anvendes i biogasanlæg, der leverer afgasset biomasse til økologer, eller som er forbudt til økologisk brug. Eksempler på det sidste er spildevandsslam, biomasse, hvor der er brugt GMO i produktionsprocessen (gærfløde fra Novo etc.) og affald fra mejerier og slagterier. Biomassekataloget skal regelmæssigt opdateres, da der løbende kommer nye restprodukter til, og produkter kan ændre status. Er du i tvivl, så tjek hellere en gang for meget, end en gang for lidt.

MÆNGDEN AF GØDNING

Reglerne kan kort opstilles således:

- Økologiske arealer må modtage op til 170 kg totalkvælstof pr. ha.
- Der må pr. ha. højst tilføres 50 kg udnyttet kvælstof, som kommer fra konventionel husdyrgødning og biomasse.
- Der må maksimalt gødes med 100 kg udnyttet N pr. ha. (økologisk og konventionelt kvælstof) for at modtage økologitilskud til arealet.
- Der må maksimalt gødes med 60 kg udnyttet N pr. ha, hvis der søges tillæg for reduceret kvælstof som en del af økologitilskuddet.

Samlet set betyder det, at når landmanden udbringer 100 kg udnyttet kvælstof pr. ha. så skal mindst 50 kg heraf være af økologisk oprindelse, og højst 50 kg heraf må være af konventionel oprindelse.

KILDER OG MATERIALE VEDRØRENDE REGELSÆT

Biomassekatalog, Økologisk Landsforening 2017. www.okologi.dk

For kunne overholde disse regler skal man udregne mængden af udnyttet økologisk og konventionel kvælstof, og det gøres ud fra de typer af biomasse og husdyrgødning, der indgår. For hver biomasse bruges det lovbestemte udnyttelseskrav og indholdet af totalkvælstof. I Tabel 6 ses et simpelt eksempel på udregningen. Mængden af udnyttet økologisk kvælstof udgør i eksemplet 67 pct. af den samlede mængde udnyttet kvælstof, så landmanden må gøde med op til 100 kg udnyttet N med denne biomasse, når den er afgasset. Hvis man antager at den økologiske andel kun er 40 pct., kan landmanden kun gøde med 83 kg udnyttet N, som så indeholder 50 kg konventionelt udnyttet N og dermed overholder kravene. For den afgassede biomasse behøver man kun at kende indholdet af totalkvælstof for at kunne beregne tildelingen rigtigt, når man har oplysninger om inputbiomassen, som dem i tabellen.

Der er krav om, at biogasanlægget skal oplyse modtagere af den afgassede biomasse om udnyttelseskravet, som er vægtet ud fra hvordan, totalkvælstoffet er fordelt på de enkelte gødningstyper og deres udnyttelseskrav. I eksemplet er den vægtede udnyttelsesprocent for den afgassede biomasse beregnet til 68 pct.

Man skal tilsvarende beregne og oplyse om fosforloftet for blandingen, da hver gødningstype har et defineret fosforloft i kg P pr. ha. Den vil i eksemplet her være 33,28 kg P pr. ha. (ikke vist i tabellen).

Teknologi til separering af afgasset biomasse i væske- og fiberfraktion skal være godkendt af Landbrugsstyrelsen, uanset om det er økologisk, delvist økologisk eller ikke-økologisk separeret gødning, der ønskes anvendt.

ØKOLOGI-AUTORISERET BIOGASANLÆG

Hvis et biogasanlæg er knyttet til en eller flere økologiske ejendomme, og der kun bruges økologisk biomasse fra disse ejendomme, er biogasanlægget omfattet af den økologiske autorisation på den ejendom, hvor anlægget ligger. I den situation er der ikke krav om en selvstændig autorisation af anlægget.

Hvis anlægget bruger biomasse af ikke økologisk oprindelse, eller hvis anlægget har sit eget CVR-nr., skal anlægget autoriseres som en økologisk virksomhed. Afgasset biomasse, der sælges som gødning, skal analyseres og deklarerer. Analyseverdier, andelen af økologisk kvælstof, udnyttelseskrav, fosforloft og bilag for indgangsprodukterne skal følge med deklarationen. Hvis der er brugt glycerin eller andre produkter fra plantebaseret fedt, skal der være en erklæring fra leverandøren om, at det ikke stammer fra GMO-planter.

Gødningen skal i øvrigt deklarerer efter reglerne for mærkning af gødning.

GODKENDELSE EFTER BIPRODUKTFORORDNINGEN

Anlæg, der forarbejder husdyrgødning, skal registreres og godkendes efter Biproduktforordningen. Fødevarestyrelsen og deres regionale afdelinger er myndighed på området. Der indsendes et skema med beskrivelse af den sammensætning af biomasse, man vil behandle. Fødevarestyrelsen besøger ejendommen, og der skal udarbejdes en Egenkontrolplan, hvor man beskriver hvordan, man opretholder god hygiejne i håndtering af biomasserne. F.eks. må køreveje for afgasset biomasse ikke krydse køreveje for grovfoder, og der skal være god forebyggelse af gener fra skadedyr, som f.eks. rotter.

Hvis man vil håndtere affald fra virksomheder, butikker eller forbrugere - det kunne f.eks. være kildesorteret husholdningsaffald, skal materialet hygiejniseres, inden det føres i biogasanlægget. Der er en særlig egenkontrolplan for hygiejniserings, hvor partikelstørrelse, temperaturer og opholdstid ved hygiejniserings skal overholdes. Opholdstiden er minimum en time ved 70 grader C.

TABEL 6. EKSEMPEL PÅ BEREGNING AF ØKOLOGISK ANDEL AF UDNYTTET KVÆLSTOF

Status	Type	Ton	Total N, kg	Udn. %	Udn. N, kg	Fordeling %
Økologisk	Kvæggylle	10.000	48.000	70%	33.600	
Økologisk	Fjerkræmøg	500	12.225	45%	5.501	
I alt økologisk					39.101	67%
Konventionel	Svinegylle	5.000	25.750	75%	19.313	33%
I alt Ø + K		15.500	85.975	68%	58.414	100%

Finansiering af biogasanlæg

Investeringer i et biogasanlæg kan løbe op i et beløb på mellem 10 og 50 mio. kr., og hvis der er tale om et fællesanlæg, kommer det eventuelt op i en til flere hundrede mio. kr.

Finansiering af en sådan investering er en stor udfordring, da sædvanlige finansielle partnere som banker og kreditinstitutioner ikke ser biogasanlægget som et sikkert og brugeligt pant. Derfor er finansiering med sikkerhed i andre aktiver blevet brugt indtil nu.

Hvis anlægget er et større gårdbiogasanlæg eller et fællesanlæg, hvor biogassen skal afsættes via naturgasnettet, kan energiselskaberne være interesseret i at være medejere, og på den måde finansiere noget af investeringen. Der kan også være andre specielle finansieringsmuligheder for større gårdanlæg, og disse må man opsøge i det konkrete tilfælde sammen med sin biogasrådgiver.

INDHENTNING AF TILBUD

På baggrund af forretningsplanen og de konkrete mængder af biomasse, man har screenet, kan man skrive et udbud, som sendes til relevante leverandører af biogasanlæg som i en licitationsprocedure. For at få så relevante tilbud som muligt er det vigtigt at arbejde grundigt med informationerne i udbuddet. Det er ikke kun prisen, der er afgørende for valg af leverandør. Kvaliteten og indholdet i tilbuddet bør i lige så høj grad have opmærksomhed,

f.eks. hvilke tjenester og services, der tilbydes, og hvilke dele der evt. ikke er med i tilbuddet direkte men forventes, at landmanden skaffer fra anden side. Brug en biogasrådgiver til at hjælpe med dette. Tilbudsgiver er særligt interesseret i hvilke biomasser, der er til rådighed, samt hvilke rammevilkår biogassen kan produceres i. Det sidste vil en evt. udenlandsk tilbudsgiver ikke nødvendigvis være fortrolig med. Tilbudsgiver vil gerne regne gasproduktionen og gasindtægten ud for at vurdere, om projektet er realistisk, men måske også for at kunne sætte prisen på anlægget efter, hvad projektet har råd til at betale.

Kontrakter med leverandører

Kontrakten beskriver især rollefordelingen mht. ansvar i byggeprocessen, herunder hvilke leverancer der ikke er med, og som ordregiveren selv skal levere eller skaffe fra anden side. Desuden er garantiforhold m.v. væsentlige.

Det er vigtigt, at man som ordregiver sætter sig nøje ind i de forpligtelser og leverancer man selv skal bringe til veje, via egne aftaler med entreprenør, elektriker, el-selskab m.v.

Man bør bruge en biogasrådgiver og advokat til at hjælpe med vurdering af et tilbud og den endelige kontrakt med en leverandør.



Træløftet i et biogasanlæg under opførelse holder gas-dugen oppe og bliver også levested for svovlbakterier, der nedbryder svovlbrinte.

Byggeri af biogasanlæg

Dette adskiller sig i princippet ikke fra anden type byggeri i landbruget. Det er vigtigt at have en god koordinering mellem de forskellige leverandører og håndværkere. En bygherrerådgiver, der er med til byggemøder og tilser byggeriet undervejs samt har styr på papirer og tegninger, er en god investering.

Landmanden skal lave en detaljeret tidsplan sammen med anlægsleverandøren for at få et overblik over hele processen omkring byggeriet. Det gør det muligt for de forskellige parter at tage sig af flaskehalse og undgå afbrydelser på et tidligt stadium. Regelmæssige byggemøder med rapporter om byggeprocessen skal bidrage til at holde tidsplanen opdateret. I den forbindelse bør man på et tidligt tidspunkt også involvere det lokale el-selskab, så deres leverance af transformerstation og tilslutningen til elnettet er nøje passeret ind i tidsplanen.

Under byggeriet skal landmanden og bygherrerådgiveren omhyggeligt kontrollere tre punkter:

- **Kvalitet:** Bliver jobbet professionelt udført? Får landmanden hvad han forventede/bestilte? Er anlæg fejlbehæftet? Sikkerheden på anlægget er meget vigtigt.
- **Finansielle aspekter:** Er der uventede udgifter? Hvis ja, hvorfor var disse ikke forventede, og hvem betaler dem?
- **Deadline:** Skrider arbejdet planmæssigt frem?

Erfaringerne fra de få gårdbiogasanlæg leveret til økologer indtil videre er, at anlægget kan være bygget og sat i drift i løbet af tre-fem måneder.

”

Hans Martin

Byggeriet er gået efter planen. Det begyndte primo maj, og 5. august startede vi motoren. Der er ikke noget, der adskiller dette byggeri fra andre. Men vi var heldige at blive færdige inden den tyske sommerferie.



”

Jens

Det er gået som planlagt. Det adskiller sig ikke fra andet byggeri.



Ibrugtagning og opstart

Inden anlægget kan afleveres til bygherren skal det testes for væske- og gastæthed. Der skal også foreligge en dokumentation for de tekniske enheder, herunder instruktioner for indledende drift, risikovurdering og et eksplosionssikringsdokument.

Opstarten af anlægget bør foretages af leverandøren af anlægget, da denne har både kendskab, erfaring og ansvar for, at det kommer rigtigt i gang. Landmandens og dennes ansatte skal instrueres i at passe anlægget og foretage de mere overfladiske indgreb, vedligeholdelse og reparationer, samt instrueres i sikkerhedsforhold.

PROCESSTART MED PODEGYLLE

Processtarten har leverandøren ansvaret for. Men den kan i princippet foretages således:

1. Den primære reaktortank fyldes ca. halvt med rågylle, der evt. er fortyndet med vand, så udgangsrør og vandlåse med videre er lukkede. Der må ikke kunne slippe gas ud eller luft ind. Som ekstra sikkerhed kan anlægget fyldes op med CO₂ for at fortrænge atmosfærisk luft fra anlægget. Blanding af biogas og atmosfærisk luft er eksplosiv.

2. Rågyllen varmes langsomt op, dvs. højst ca. 1 grad pr. døgn, så bakterierne kan tilpasse sig. Der bruges varme fra en ekstern lejet varmekilde som f.eks. et mobilt oliefyr eller lignende, da der endnu ikke produceres varme fra kraftvarmemotoren.
3. Der tilføres podedegylle svarende til ca. 20 pct. af rågyllermængden. Ved opstart skal podedegyllen og den rå biomasse ikke have for stor temperaturforskel, da det kan give metanbakterierne et kuldechok. Højst fire grader C i forskel.
4. Gasproduktionen stiger, og den første gas med lavt CH₄-indhold slippes ud gennem overtryksventiler eller afbrændes i en fakkel om muligt. Gaslageret tømmes fire-fem gange, så al atmosfærisk luft er ude af tanke og gaslagre.
5. Når metan-indholdet er over 45 pct., kan den bruges i kraftvarmemotoren.
6. Når metan-indholdet er over 50 pct., kan man begynde at fodre med ny frisk biomasse og ugentlig øge belastningen med organisk stof med 0,3-0,4 kg organisk tørstof/dag/m³ om ugen.
7. Der tages analyser en gang om ugen for at holde øje med, om bakterierne holder niveauet af organiske syrer nede og ikke bliver overfodret i forhold til deres kapacitet.



Hans Martin

Den 31. juli tilførte vi 600 tons podemateriale og satte varme til via oliefyr. Da temperaturen var oppe på 37 grader, fodrede vi nyt frisk materiale i, og 5. august var der gas nok til at starte motoren. Det gik faktisk hurtigere end forventet. Vi havde købt majs til opstarten og kørte med halvt majs, halvt dybstrøelse samt gylle. Det er vigtigt ikke at lave bratte foderskift.



Det er vigtigt at få anlægget i stabil drift, dvs. at gasproduktionen er konstant på det budgetterede niveau, og at fodringen er så konstant som muligt. Som ny biogasproducent er man nødt til at læne sig op af leverandørens instruktioner og erfaring med at nå frem til dette.

Podemateriale

Podemateriale er nødvendig for at få biogasproduktionen i gang hurtigt. I praksis modtager man noget afgasset gylle fra et andet biogasanlæg og bruger det som bakteriekultur, ligesom når man bager brød med en surdej. Podedegyllen skal overholde de økologiske regler, og her kan det være en udfordring, at der kun må være brugt biomasse, der er opført i Økologivejledningens bilag 1. Der kan desværre endnu være langt mellem biogasanlæg, der kan opfylde dette. Alternativt kan man lave en aftale med Økologi-kontrollen om, at gødningen bruges på ikke-økologiske arealer, indtil anlægget har været fodret med økologisk biomasse svarende til opholdstiden. I så fald kan anlægget startes op som et konventionelt anlæg uden skelen til oprindelsen af podedegyllen. Det kan endvidere være en fordel, hvis podedegyllen kommer fra et anlæg, der bruger samme typer biomasse, som man selv vil bruge mest af. Undersøgelser på Aarhus Universitet har vist stor forskel på gaspotentialer fra samme biomasse, hvor der var brugt podedegylle fra forskellige anlæg.



Jens

Jeg havde mine egne ideer om fodring i starten: dybstrøelse, dybstrøelse, dybstrøelse og lidt gylle, og det holdt jeg fast i alt for længe, selv om det ikke gav gas nok. Jeg skulle have lyttet mere til fagfolkene og brugt noget majs og ensilage. Det første halve år gik på den måde, og motoren kom aldrig op på fuld kraft. Jeg bruger stadig lidt majs og græsensilage for at holde produktionen oppe. Der er for kort opholdstid til at køre uden.



SIKKERHEDEN SKAL VÆRE I ORDEN

Allerede inden biogasanlægget skal køres ind og overleveres fra leverandøren, skal man være opmærksom på sikkerhedsspørgsmålene. Biogas er eksplosiv i forholdet 5-15 pct. biogas og 85-95 pct. atmosfærisk luft. Den første gas, der dannes i tanken, bliver blandet med den atmosfæriske luft, der allerede er i tanken, og blandingen bliver eksplosiv. En mere sikker og dyrere procedure er at fylde tankene med CO₂, inden man begynder at varme gylle op og tilsætte podegylle.

Ekspllosion kan ske ved opstart, ændringer, ombygninger eller reparationer af biogasanlægget, hvor atmosfærisk luft kommer i kontakt med biogassen. Det kan også ske ved lækage af biogas til det fri, hvis der samtidig arbejdes med værktøj, maskiner m.v., der kan slå en gnist.

I kommunens byggesagsbehandling skal det påses, at Arbejdsmiljøloven er overholdt. Heraf fremgår, at arbejdsgiveren har pligt til at gennemgå virksomheden for at identificere, klassificere og afmærke eksplosionsfarlige områder, dvs. områder hvor der kan forekomme eksplosiv atmosfære i større eller mindre omfang. F.eks. kræver Arbejdstilsynet, at der skiltes med de såkaldte ATEX-zoner rundt om biogasanlægget. ATEX står for ATmosphere EXplosible (på dansk: eksplosiv atmosfære)

- **ATEX Zone 0:** Konstant eksplosionsfare (konstant risiko)
- **ATEX Zone 1:** Eksplosionsfare kan forekomme under normal drift (lejlighedsvis risiko)
- **ATEX Zone 2:** Eksplosionsfare kan forekomme under unormal drift (midlertidig risiko)

Hvis det er et større anlæg, hvor der oplagres mere end 10 ton biogas svarende til 8.000 m³ biogas, skal anlægget sikkerhedsgodkendes som en kolonne 2-virksomhed i forhold til et EU-direktiv. Det sker i regi af Sikkerhedsstyrelsen, og man benytter en specialiseret rådgiver til at lave ansøgningen om godkendelsen.

Kommunen er den lokale myndighed og skal sikre, at landmanden er vejledt omkring reglerne. I forbindelse med afslutning af byggeriet, skal bygherre sørge for et teknisk dossier (CE-mærkning/overensstemmelseserklæringer) fra de enkelte leverandører. Ved evt. kontrol fra arbejdstilsynet skal dette kunne forelægges i løbet af 14 dage, og det kan være meget vanskeligt at fremskaffe, når leverandøren har fået fakturaen betalt. Hvis der forekommer et gastryk over 0,5 bar skal anlægget godkendes i forhold til Beredskabsstyrelsens Tekniske forskrifter for gasser, men i et alm. gårdanlæg med kraftvarmemotor bruges et lavere tryk end 0,5 bar.



Det anbefales at anskaffe en mobil gas-detektor, så man kan teste om den usynlige biogas slipper ud gennem eventuelle lækager. Alternativt kan man med mellemrum og især efter opstart få en virksomhed, som tilbyder lækagemålinger, til at gå anlægget igennem i forbindelse med overleveringen. Brancheforeningen har etableret et frivilligt måleprogram for tjek af biogas-lækager og udslip. Ved normal drift skal der ikke være udslip af biogas i et velpasset anlæg, hvor ventiler, vandløse kondensatskakt m.v. er eftersete og vedligeholdte. Vær opmærksom på forskelle mellem sommer og vinter. Om sommeren kan gas-lageret være opvarmet af solen og derfor fylde mere. Trykket stiger i lageret. Om vinteren kan overtryksventiler, kondensatskakter m.v. fryse til, hvis de ikke er frostsikrede, og derved stoppe for fri passage af gas, biomasse og vand. Det giver risiko for overtryk og udslip.

Koncentrationer af svovlbrinte i biogassen kan være høje, især indtil afsvovningsudstyret er kørt ind. Atmosfærer med svovlbrinte over 200 ppm skal mærkes og er farlige at opholde sig i. Svovlbrinte kan optages gennem huden og give åndedrætsproblemer med dødelig udgang.

Miljøgodkendelsen fra kommunen foreskriver hvilke handleplaner og andre dokumenter, man som biogasproducent skal have nedskrevet og styr på i forhold til f.eks. gylleudslip og andre uønskede hændelser.

KILDER OG MATERIALE OM ARBEJDSMILJØ

At-VEJLEDNING D.2.7. Februar 2002. Projektering og drift af biogasanlæg
www.arbejdstilsynet.dk

Den daglige drift og overvågning

Pasning af et biogasanlæg er enkelt, når først man har fået indarbejdet nogle meningsfulde daglige rutiner og anlægget er kørt ind. Manualen fra anlægsleverandøren skulle gerne komme med en plan for disse rutiner, hvori også indgår at føre logbog over alle daglige operationer, fodring, kontroller og observationer m.v., samt skemaer for vedligehold og rengøring af udstyr m.v.

Ideelt set passer et biogasanlæg sig selv. Bortset fra fodring med den faste biomasse er anlægget indrettet til at køre fuldautomatisk, men i virkeligheden kræver det daglig pasning og overvågning. Biogasanlæggets drift kan forenklet set deles op i to typer processer, nemlig den biologiske og den mekaniske proces. Begge dele skal man holde godt øje med som en del af rutinerne.

Den mekaniske proces

Anlæggets aktive komponenter som pumper, indfødningssnegle, ventiler, kraftvarmemotor m.v. styres over den leverede software, hvor komponenternes drift er reguleret, igangsættes og stoppes automatisk. Men den mekaniske funktion af disse komponenter skal selvfølgelig overvåges og ofte korrigeres manuelt. Desuden vedligeholdes med smøring osv. Den mest pasningskrævende del er uden tvivl gasmotor-generatoren, som skal smøres og have skiftet olie. I Figur 4 ses en undersøgelse af hvilke dele af biogasanlæggets funktioner, som havde flest fejl og behov for indgreb, nemlig kraftvarme-motoren.

Den biologiske proces

Processen i selve biomassen i reaktortankene foregår biologisk og kan ikke direkte ses. Men man kan skabe de rette omstændigheder for den og på en række parametre også måle på processens tilstand. Følgende parametre kan vise, om biogasprocessen er velfungerende eller ej.

- Gasproduktionen
- Temperaturen
- Analyser af pH, bufferkapacitet, organiske syrer, ammoniak og svovl

GASPRODUKTION

Som driftsleder får man hurtigt en fornemmelse af, om der bliver produceret den forventede mængde biogas. På nogle anlæg ses det på, om gasbeholderen er spændt ud eller ej. Det gælder anlæg som f.eks. agriKomp, hvor gasbeholderen er en løs dug hen over reaktortanken. Andre anlæg har installeret sensorer, der viser gasvolumen i gaslageret. Man kan også se det på motorens produktion af strøm eller, hvis et sådant er monteret, på et flowmeter på gasrøret, hvor igennem gasforbruget i motoren måles. Hvis gasproduktionen er mindre end forventet, bliver der produceret for lidt strøm til el-nettet, og indtægten falder, så det skal man straks reagere på. Problemet kan skyldes flere ting: at man har fodret for lidt biomasse ind, at foderet har for dårlig kvalitet, eller at der er noget galt med den biologiske proces.

TEMPERATUR

Temperaturen skal være konstant og ligge på det niveau, som er aftalt med anlægsleverandøren som passende til anlæggets konfiguration og biomasseprofil. Man vælger mellem mesofil temperatur (35-45 grader) eller termofil temperatur (50-55 grader). Termofilt niveau giver hurtigere gasproduktion end mesofilt niveau, men er også mere følsomt både for højt kvælstofindhold (ammoniak) og for temperaturudsving. Metanbakterierne vil reagere negativt, hvis temperaturen inden for et døgn svinger mere end to grader C. Hvis man vil ændre temperaturniveau må man højst ændre med fem grader C pr. uge. Hvis temperaturen afviger fra det målsatte, kan der være noget galt med opvarmningssystemet, og det bør straks tjekkes.



Hans Martin



Produktionen svarer til forventningerne. Mangler der gas, fodrer vi med lidt mere majs.

Erfaringen viser, at dybstrøelse skal være frisk. Har den ligget i markstak længe, er der ikke noget gas i den. Det betyder, at vi gerne vil have jævnlige leverancer.

Det er nemmere med majs og ensilage, der ligger i lukket stak.

Vi kører med temperatur på 45 grader. Vi har prøvet at køre op til 53 grader, men det fungerede ikke; produktionen blev mere ujævn.



Jens

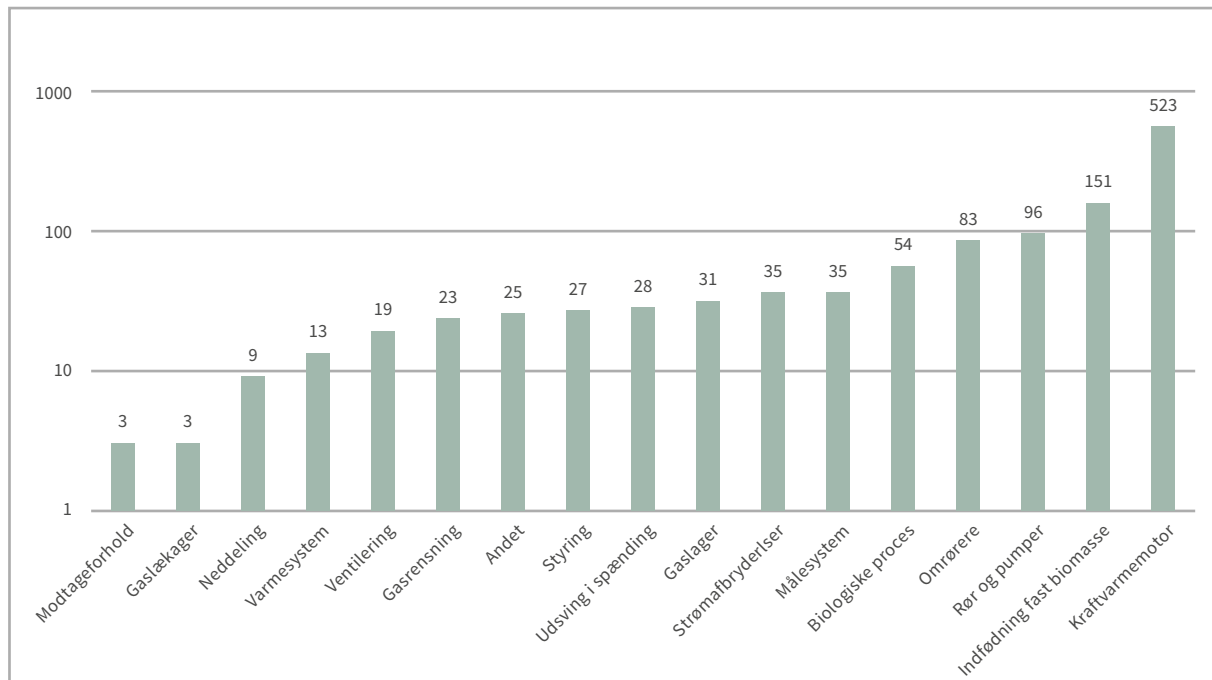


Produktionen har ikke været tilfredsstillende i begyndelsen.

Man skal fodre, så motoren kan køre på fuld kraft. Fodermidlerne må ikke begrænse dig. Kvalitet skal være i orden, ellers svinger produktionen. Det skete f.eks. da jeg fik et læs dybstrøelse, der sejlede i vand. Jeg har også set det med to forskellige partier majs. Man skal tjekke analyserne. Jeg kunne godt tænke mig nogle modeller, der kan koble kvalitet og pris ved forskellige biomasser.

Anlægget kører stabilt nu med fast temperatur på 52 grader. Jeg tager jævnlige prøver fra reaktoren for at følge, om det går, som det skal. Det er vigtigt at vide, om mikroorganismene arbejder, som de skal.

FIGUR 4. OFTEST DOKUMENTEREDE HÆNDELSER PÅ 31 TYSKE BIOGASANLÆG OVER EN PERIODE PÅ ÉT ÅR. (KTBL 2009). BEMÆRK LOGARITMISK SKALA.



ANALYSER

Biomassen i anlægget skal jævnligt analyseres, og derfor bør det være en regelmæssig rutine at udtage repræsentative biomasseprøver ved et tapningssted f.eks. i forbindelse med pumperne.

pH og bufferkapaciteten

pH-værdien kan måles med et simpelt pH-meter og skal være konstant i det optimale område 7,5-7,8, og hvis den falder, bør man stoppe fodringen og undersøge biomassen nærmere. pH-værdien holdes konstant af en naturlig bufferkapacitet i biomassen i reaktoren, især hvis der bruges husdyrgødning som biomasse. Hvis der dannes for meget syre, vil det slide på bufferkapaciteten, dog uden at pH falder. En målt pH-værdi siger derfor ikke noget om, hvor slidt bufferkapaciteten er og dermed, hvor tæt processen er på at bryde sammen. Derfor er det mere sigende men også mere omstændeligt at måle bufferkapaciteten, som inden for visse grænser er med til at holde pH konstant. Når bufferkapaciteten er opbrugt, falder pH pludseligt, og så er katastrofen i gang. I et laboratorium vil man måle bufferkapaciteten med en titrering, og mange større biogasanlæg har da også eget mini-laboratorie med titreringssudstyr.

I Tyskland er der kommet et apparatur, BiogasPro, på markedet, der gør det nemmere at måle bufferkapaciteten og i første omgang få konstateret, om den har ændret sig. Den måler dannelsen af CO₂ ved at tilsætte saltsyre. Det er en metode, der er nemmere at håndtere for landmænd, der ikke er vant til at arbejde i et laboratorium eller ikke har laboratorieudstyr. BiogasPro tager man i brug samtidig med, at man starter processen i biogasanlægget op.

I løbet af 10 uger finder man anlæggets individuelle bufferkapacitet, f.eks. at der dannes 600 ml CO₂ ved at tilføje saltsyre til 200 ml biomasse. Efterfølgende holder man øje med, at CO₂-mængden forbliver på dette niveau. Hvis målingen en dag pludselig viser 300 ml CO₂, er halvdelen af bufferkapaciteten gået tabt, og processen er tilsyneladende ved at løbe af sporet. I den situation bør man som det næste tage prøver ud til en egentlig laboratorieanalyse for at fastslå det reelle problem og hvilken kur, der skal til. Bufferkapaciteten skal helst være konstant, så den kan stabilisere pH på et konstant optimalt niveau. Se mere på <http://www.biogaspro.de>

Hvis bufferkapaciteten er blevet nedbrudt kan det tage to-tre uger at bygge den op igen, og en ny podning med metanbakterier fra en anden biogas-tank kan være nødvendig.



BiogasPro måleapparat.

Organiske syrer

De organiske syrer myresyre, eddikesyre, propionsyre, smørsyre og valerianesyre udgør metanbakteriernes mad. Hvis disse syrer begynder at optræde i analyseresultaterne i større mængde, er det tegn på, at metanbakterierne ikke kan følge med. Det kan skyldes, at de er hæmmet af en eller anden påvirkning, eller at der fodres for meget eller med for koncentreret foder. Fodringen bør straks indstilles, indtil det er afklaret, hvad bakterierne er hæmmet af. Er syreindholdet omvendt tæt på nul, er det tegn på, at metanbakterierne er sultne og evt. godt kan omsætte en større mængde biomasse.

Kvælstof

Ammoniakindholdet bør ikke overstige 3 kg pr. m³ reaktorvolumen. Det er især aktuelt at holde øje med, når man bruger kvælstofrige biomasser som kløvergræs, hønsemøg m.v. Ammoniakindholdet kan også måles med BiogasPro, og det kan også måles i en gasprøve. Over årene kan bakteriefloraen tilpasse sig til at tåle mere kvælstof, og der er eksempler på økologiske biogasanlæg, der er oppe på at tilsætte 10 kg kvælstof pr. ton biomasse. Det vil være en økonomisk fordel for landmanden, hvis han på sigt kan arbejde med højere N-indhold i den afgassede biomasse.

Svovl og mikronæringsstoffer

Et svovlindhold på over 1000 ppm kan hæmme metanbakterierne. Hvis der bruges meget svovlholdige biomasser som husholdningsaffald eller anden ikke-landbrugsbiomasse, kan man afsvoвле biomassen kemisk ved at tilsætte jernklorid, som udfælder svovlbrinten i biomassen. Fødevareaffald konserveret med sulfid er også et problem for bakterierne i reaktoren. Biologisk afsvovlning af biogassen kan ske med bakterier, ved at tilsætte lidt ilt til gaslageret over reaktorbeholderen. Med ca. 1-2 pct. atmosfærisk luft, som automatisk tilsættes med en kompressor, vil der vokse gule svovlbakterier frem på gaslagerets sider m.v., og disse oxiderer svovlbrinte i gassen til frit svovl, som falder ned i biomassen som små gule klumper. For meget svovlbrinte kan binde mikronæringsstofferne og gøre dem utilgængelige, så de mangler i bakteriernes næringsstofforsyning. Svovlbrinteindholdet i gassen skal være under 200 ppm, når det forlader gaslageret og sendes til motoren. Her skal det sidste svovl renses fra med f.eks. med et filter af aktivt kul, da det ellers skader motoren. Tilsætning af mikronæringsstoffer som 'gødning' til processen er mest brugt i anlæg uden husdyrgødning. En analyse af biogasygllen kan vise om, der er tilstrækkeligt med mikronæringsstofferne jern, calcium, kobolt, molybdæn, m.fl., som er nødvendige for en effektiv proces.

FODRINGSSTRATEGIER

Fodringen er den vigtigste daglige operation i biogasproduktionen. Biogasprocessen bliver stabil og effektiv, hvis fodringen fra dag til dag er så ens som muligt. Foderskift kan ikke undgås, men det bør forløbe over flere dage, ligesom når man ændrer fodringen af malkekøer. Processen drager også fordel af, hvis mange forskellige substrater/biomasser indgår, da alsidig kost fremmer le-



vemulighederne for bakterierne. Blanding af let og tungere omsættelige biomasser er også en fordel og kan give synergieffekter, da de letomsættelige biomasser fremmer omsætningen af de tungere. Heri ligger også, at strukturrigt materiale giver steder for bakterierne at fæstne sig. Det trives de bedre med end at flyde frit rundt i strukturløs væske.

Organisk stofbelastning

Den daglige fodring bør afstemmes efter anlæggets og bakteriernes kapacitet. Begrebet organisk stofbelastning udtrykker den mængde foder, bakterierne kan nå at omsætte, og værdien bør ligge mellem 2 og 4 kg organisk tørstof pr. m³ reaktorvolumen pr. døgn. Samtidig bør kvælstofkoncentrationen i rationen ikke overstige 6 kg total-kvælstof pr. ton biomasse. En for høj tilførsel af organisk stof kan ophobe organiske syrer, som metanbakterierne ikke kan nå at omsætte, hvorved processen går i stå, fordi syrerne ødelægger bakterierne.

Opholdstid

Forholdet mellem anlæggets volumen og den daglige fodring bestemmer hvor lang tid, biomassen er om at komme igennem anlægget, hvis der er tale om en omrørt homogen biomasse. Det kaldes den hydrauliske opholdstid. Den bestemmes som netto-volumen i reaktortanken / m³ input af biomasse pr. døgn.

Eksempel:

Reaktorvolumen 1200 m³, fodring pr. døgn: 25 m³

$1200/25 = 48$ døgn opholdstid

Visse typer biomasse som gylle og affald fra fødevarerindustrien, der kan omsættes hurtigt, behøver kun 20-30 døgn opholdstid for stort set at udnytte gaspotentialet. Fast landbrugsbiomasse som ensilage, dybstrøelse o.l. skal bruge over 60 døgn ophold for at udnytte gaspotentialet ordentligt. I Tyskland anbefaler man en opholdstid på mindst 90 døgn for fast landbrugsbiomasse. Det er desuden et lovkrav, at biomassen skal være i gas-tæt system i 120 døgn. Metanbakterierne reproducerer sig langsomt, så en kort opholdstid risikerer at fortynde populationen. Lang opholdstid indebærer en større investering i reaktor-kapacitet men giver til gengæld nogle proces-biologiske fordele, så processen og produktionen bliver mere stabil.

SERVICE OG VEDLIGEHOLD

Anlægsleverandøren tilbyder opfølgende service, efter anlægget er taget i brug. Dette inkluderer, at leverandøren online har adgang til software-brugerfladen for anlægget over internettet og derved kan følge og analysere den dataindsamling, som anlæggets system selv gennemfører. Biomassen kan kun analyseres i et laboratorium, og der kan leverandøren stille et antal gratis laboratorie-test til rådighed. Desuden kan der i leveringen være aftalt en vis mængde rådgivning over en afgrænset periode. Pasning, vedligehold og overvågning af anlægget og dets komponenter vil fremgå af anlæggets manual.



Hans Martin



Leverandøren kom en gang om ugen i opstartsperioden og justerede anlægget ind, tog prøver, tjekkede temperatur mm.

Der var mange alarmer i begyndelsen, og de fik slukket for de lige gyldige, så jeg kun får dem, der betyder noget.

Det har fungeret fint.

Der har været lidt bøvl med motoren, der skulle ombyttes.

Jeg ser mod Tyskland efter rådgivning. Det tyske firma er godt nok gået konkurs, men jeg ringer stadig til den tidligere medarbejder.



Jens



Service bør være tættere på. Det er ikke optimalt, at service skal komme fra Tyskland. Motoren går altid i stykker om fredagen, og så er de her måske først tirsdag. Nu er jeg ude af serviceaftalen og vil forsøge at lægge opgaven hos lokale virksomheder.

TABEL 7. KARAKTERISTIKA VED KORT OG LANG OPHOLDSTID

	Kort opholdstid (< 30 døgn)	Lang opholdstid (> 60 døgn)
Biomasse	Hurtigt omsættelig: Hølsæd, majsensilage, fødevareraffald, gylle, glycerin, fedt	Langsomt omsættelig: Græsensilage, halm, dybstrøelse, engræs
Varmetilførsel	Kræver større varmetilførsel	Kræver mindre varmetilførsel
Temperatur	Mere ustabil	Mere stabil
Kapacitet	Høj gasproduktion pr. m ³ reaktorvolumen	Høj gasproduktion pr. m ³ biomasse
Metanbakterier	Risiko for udtynding af populationen	Stabil population
Fodring	Større risiko for overfodring	Lav risiko for overfodring
Overvågning	Større krav til overvågning	Mindre krav til overvågning

KILDER OG MATERIALE OM BIOGASPROCESSEN:

KTBL 2009. Schwachstellen an Biogasanlagen verstehen und vermeiden. Flere forfattere. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft.

Brug af afgasset biomasse

Afgasning af husdyrgødning og restprodukter resulterer i en gødning med en større ammoniumandel, hvilket øger dens værdi som plantegødning.

BIOGASGYLLENS KVALITET

Ved afgasning af husdyrgødning og andre restprodukter i biogasreaktoren omsættes en del af det organisk bundne kvælstof til ammonium (NH_4), der kan optages af planterne. I afgasset biomasse, som overvejende er baseret på husdyrgødning, findes 75-85 pct. af kvælstoffet som ammonium. Dette er højere end i den typiske kvæg- og svinegylle. Jo højere ammoniumandel, des større 1. års virkning af kvælstoffet. Andelen falder med stigende input af halm, dybstrøelse, energijafrøder, afgrøderester og nogle typer af restprodukter, f.eks. dagrenovation. I tilfælde, hvor andelen af tungt omsætteligt materiale er højt, kan ammoniumandelen være under 50 procent. Da de fleste tidligere forsøg og analyser af afgasset biomasse er fra husdyrgødningsbaserede anlæg, skal man passe på

med at omsætte resultaterne til anlæg med større andel af halm og restprodukter.

Næringsstofindhold i afgasset biomasse

I Tabel 8 er vist gennemsnitsresultater fra analyser af kvæg- og svinegylle og afgasset biomasse, som er anvendt i Landsforsøgene med husdyrgødning fra 1997-2016. Analyser af afgasset biomasse er fra biogasfællesanlæg og stammer dels fra 20 analyser fra Landsforsøg, dels 100 analyser fra biogasanlæg i 2015-2016. For tørstof er der kun resultater fra 55 analyser i 2015-2016.

Nederst i tabellen vises, hvad der bliver tilført af næringsstoffer pr. ha, når der udbringes 50 kg udnyttet N af hver gødningstype. Det ses, at der tilføres mest totalkvælstof og kalium pr. ha med afgasset biomasse sammenlignet med kvæg- og svinegylle – og mere ammonium-kvælstof (hurtigvirkende) end i dybstrøelse. Sender man dybstrøelse gennem biogasanlægget, får man ombyttet det til en gødning med høj førsteårs-virkning af kvælstof.

TABEL 8. INDHOLD OG UDBRAGTE MÆNGDER AF NÆRINGSSTOFFER I AFGASSET BIOMASSE, KVÆG- OG SVINEGYLLE FRA LANDSFORSØG OG BIOGASFÆLLESANLÆG 1997-2016 (SEGES, 2016) SAMT ENKELTE ANALYSER AF DYBSTRØELSE FRA ØKOLOGISKE BRUG (ØKOLOGISK LANDSFORENING, 2016).

	Afgasset biomasse, (120 analyser)*	Kvæggylle, (218 analyser)	Svinegylle, (278 analyser)	Dybstrøelse (3 økologer)
Tørstof, pct.	4,4	7,0	4,3	27
Total-N, kg pr. ton	4,8	3,4	4,4	9,2
Ammonium-N, kg pr. ton	3	2,0	3,5	1,8
Fosfor, kg pr. ton	0,8	0,6	0,9	1,3
Kalium, kg pr. ton	4	2,9	2,4	10,3
pH	7,9	7	7,2	
Ammoniumandel	63	60	80	20
Udnyttelseskrav	63	70	75	45
Ton/ha ved 50 kg udnyttet N pr. ha	17	21	15	12
Total-N, udbragt kg/ha	79	71	67	111
Ammonium-N, kg pr. ha	50	42	53	22
Fosfor, kg pr. ha	13	13	14	15
Kalium, kg pr. ha	66	61	36	124

* Udnyttelseskravet varierer med input til anlægget

Udnyttelseskrav

Afgasset biomasse har et udnyttelseskrav til kvælstof, som er et vægtet gennemsnit af udnyttelseskravet for de biomasser, som tilgår anlægget. Da der ofte tilgår biomasser med lavt udnyttelseskrav, ligger det vægtede udnyttelseskrav under kvæg- og svinegyllens. Derved kan man alt andet lige udbringe en større mængde total-N og stadig overholde kravet om maks. 50 kg udnyttet N i konventionel husdyrgødning og restprodukter.

SEPARERING AF DEN AFGASSEDE BIOMASSE

Nogle biogasanlæg vælger at separere den afgassede biomasse. Herved får man to forskellige typer gødning med forskellig sammensætning og konsistens: En fiberfraktion rig på kulstof og fosfor, og en flydende fraktion med en høj ammonium-andel, og som dermed er en hurtigvirkende N-gødning. Da kalium er vandopløseligt, er indholdet i den flydende fraktion uændret. Separering åbner mulighed for at optimere udnyttelsen efter lokale behov, så f.eks. en jord med lav fosforstatus og kulstofindhold kan få gavn af fiberfraktionen. Der kan læses mere om separeringsmetoder og udstyr på LandbrugsInfo.

LAGRING AF AFGASSET BIOMASSE

Ved afgangningen stiger pH i gyllen med 0,5-1 enhed. Jo højere pH-værdien er, desto mere af biomassens ammonium-N findes på ammoniak-form (NH_3), som let fordamper. Det er derfor ekstra vigtigt at have fokus på at minimere ammoniakfordampningen. Flydende afgasset biomasse er som regel meget homogen, men da tørstofindholdet varierer med inputmaterialet, er der stor forskel på hvor let et flydelag dannes i gyllebeholderen. Det kan derfor være nødvendigt at etablere et flydelag af snittet halm, lecanødder eller lignende. Ved levering til gyllebeholder, er det vigtigt at nedsænke afgangsrøret til under flydelagets overflade.

Fiberfraktionen holdes overdækket af tæt plastdug.

OPTIMER UDNYTTELSEN I MARKEN

Ammonium-andelen er den gødningsparameter, som har størst betydning for kvælstofudnyttelsen i afgrøden. Som tommelfingerregel afspejler ammonium-andelen den maksimalt opnåelige 1. års virkning af kvælstof ved optimal udbringningsteknik, tidspunkt, mængde og vejrforhold.

Afgasset biomasse med lavt tørstofindhold infiltrerer hurtigt i jorden efter overfladeudbringning, hvilket reducerer risikoen for ammoniakfordampning. Omvendt er en biomasse med høj pH-værdi og tørstofindhold meget udsat for ammoniakfordampning, og en sikker kvælstofvirkning opnås ved at nedfælde biomassen i jorden eller afgrøden. Sortjordsnedfældning er den mest effektive udbringningsmetode, når ammoniakfordampningen skal minimeres.

Den højeste udnyttelse i marken opnås derfor ved:

- At nedfælde mest muligt inden såning og til afgrøder med hurtig vækststart
- At nedfælde biomassen i fodergræs/andre etablerede afgrøder

Ved udbringning med slanger, er det vigtigt at udbringe biomassen under vejrforhold med lille afdampning. Dvs. udbringning:

- I køligt og stille vejr
- Ved udsigt til nedbør
- I en tæt afgrøde
- På fugtig jord
- Med slangerne helt nede i afgrøden

Forsøg med måling af ammoniakfordampningen efter slangeudlægning af afgasset biomasse har vist, at man kan tabe op mod halvdelen af ammonium-delen af kvælstof ved udbringning først på dagen på en varm og blæsende dag. Ammoniaktabet er størst de første otte timer efter udbringning, så udbringning sidst på dagen, når vinden løjer af, er helt optimalt.

TABEL 9. EKSEMPEL PÅ NÆRINGSSTOFFERNES FORDELING VED MEKANISK SEPARERING (FARMTEST NR. 37, 2007)

	Tørstof %	Total-N kg/t	NH_4 -N kg/t	P kg/t	K kg/t	NH_4 -N / total-N %
Fiber fraktion	23	13,0	5,8	9,4	4,9	45
Flydende fraktion	2	5,1	4,6	0,4	4,9	90
Ubehandlet afgasset biomasse	4,5	6,5	5,1	1,4	4,9	78

”

Hans Martin

Gyllen fungerer fint. Den er lidt tykkere end før, fordi vi bruger dybstrøelse, men den er nem nok at nedfælde.

Analyserne viser 4,8 kg N/ton, hvilket er ca. 1 kg mere end i kvæggylle.

Jeg synes, det er en stor fordel at have gødningen på flydende form i stedet for dybstrøelse.

Der er ind imellem fremmedlegemer i dybstrøelse. Vi forsøger at finde dem ved at drysse den langsomt fra gummigedens skovl ned i indfoderen. Vi har ikke oplevet stop af pumper eller andet pga. dybstrøelsen.

Separation? Glem det. Jeg har jo netop ønsket at komme af med den faste fraktion.

Jeg ser ikke umiddelbart nogen forskel i afgrøder, dog vokser græsset bedre. Forskellen består i, at jeg tilfører 25 ton/ha hvor jeg før gav 30 ton. En forskel er også, at gyllen ikke lugter så meget.

Markplanen er den samme, men jeg har solgt mejetærskeren. Vi høster ikke længere korn til modenhed men snitter alt til helsæd til biogasanlægget. Det er meget lettere, og det holder øko-procenten oppe. Før solgte vi kornet – vi brugte det ikke til foder.

”

Jens

Gyllen er svær at arbejde med. Jeg havde forventet, det var som ajle, men det er det langt fra. Der er massive flydelag i alle

tanke, og det kræver ekstra omrøring. Desuden kan jeg ikke få N-indholdet op på det forventede. Mærkeligt, for det burde ikke kunne forsvinde. Nu stopper vi med majs og håber, kløvergræsensilage kan give mere N.

I foråret testede vi gyllen ved at nedfælde før såning i halvdelen af en mark og slangeudlæg efter fremspiring i den anden halvdel af marken. Sidstnævnte var foran i hele vækstperioden.

Separation: Et system, hvor man anvender spildvarme til at inddampe gyllen efter en separation, ville måske være interessant, hvis man ville være gødningsproducent. Det er dog ikke muligt som økolog med den teknologi, jeg har set.

Min fordel ligger i, at jeg har fået en flydende gødning. Jeg fornemmer, at græsudbyttet er højere nu, hvor jeg kan gødske efter slæt. Vi overvejer, om vi i år skal have mere græs i sædskiftet. Det ville gøre os mere uafhængige af andre, både leverandører af biomasse og maskinstation omkring høst af korn.

KILDER OG MATERIALE OM BRUG AF AFGASSET BIOMASSE

AgroTech, 2010: Demonstration af anlæg til separering af svinegyll på Mors. www.yumpu.com

SEGES, 2016: Markeffekt af kvælstof i afgasset biomasse. Planteavlsorientering 1010. www.landbrugsinfo.dk

Farmtest Bygninger, nr. 37, 2007: Gylleseparering af afgasset biomasse. Orienterende undersøgelse af anlægget hos Bånlev Biogas i samarbejde med Kemira A/S.

Politik og økonomi

Indtjeningen ved produktion af biogas kan komme fra salg af elektricitet og varme eller af gas. På gårdbiogas-anlæg sælger man typisk elektricitet og varme.

PRISUDVIKLING FOR BIOGAS-ELEKTRICITET

Prisen på solgt elektricitet er helt afgørende for økonomien i et anlæg med kraftvarme-motor, og derfor er det vigtigt at kende til, hvordan prisen reguleres ifølge lovgivningen. Om den aktuelle lovgivning kan du læse mere i boksen.

Sådan reguleres el-prisen for biogasproduceret kraftvarme:

Elprisen består af tre pristillæg:

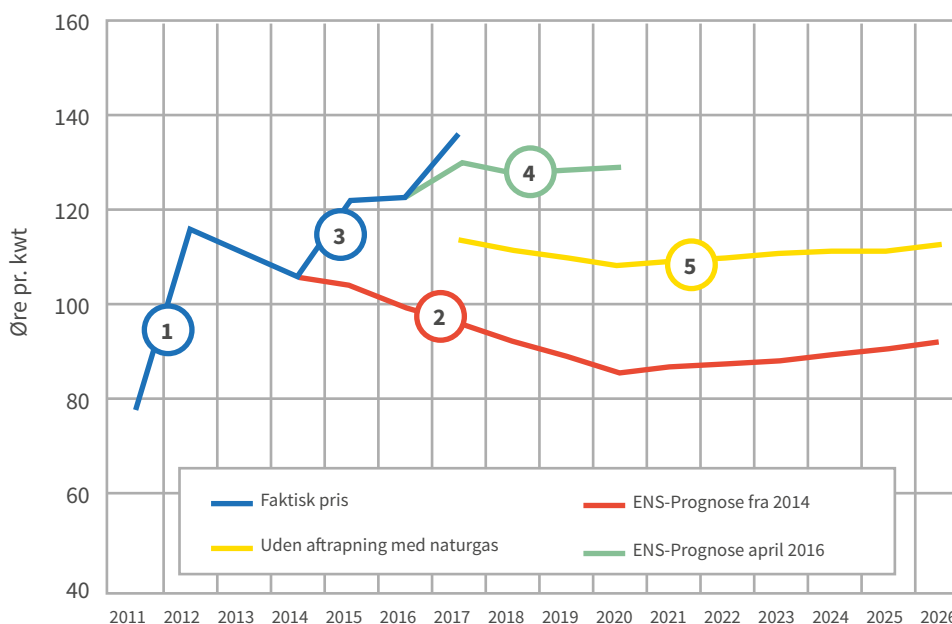
- Et grundtillæg, som opskrives årligt med 60 pct. af nettoprisindekset. 2017: 81,6 øre pr. kWh.
- 26-øres tillæg, der reguleres modsat af naturgasprisens bevægelser. Med lavere gennemsnitlig naturgaspris på gaspointnordic.com stiger tillægget året efter. 2017: 48,1 øre pr. kWh.
- 10-øres tillæg, der aftrappes med 2 øre årligt i årene 2016-2020: 2017: 6 øre pr. kWh.

Samlet er prisen i 2017 135,7 øre pr. kWh.

Hvordan har prisudviklingen været indtil nu, og hvad skal man forvente om fremtidens priser for biogas-el, og dermed økonomien i et gårdbiogasanlæg? Nedenstående punkter refererer til grafikken i Figur 5.

1. I 2012 blev prisen for biogas-el sat markant op som følge af Energiforliget. Der gik imidlertid et stykke tid, inden de danske priser blev godkendt i EU. Den blå kurve viser de faktiske priser for biogas-el for 2011 til 2017.
2. I 2014 forudsagde Energistyrelsen, at naturgasprisen ville stige i fremtiden. Derfor blev forventningerne til fremtidige biogas-elpriser ret pessimistiske. Prognosen forudsagde faktisk, at 26-øres pristillægget helt ville forsvinde pga. en højere naturgaspris. Se den røde kurve.
3. I 2014 faldt naturgasprisen imidlertid stik i mod forudsigelserne, og året efter blev elprisen efterreguleret til et højere niveau. Det samme skete i 2015-17. Se den blå kurve.
4. I april 2016 har Energistyrelsen i en ny prognose forudsagt elprisen til at ligge på et fortsat højt niveau på baggrund af en stadig lav naturgaspris. Se den grønne kurve.
5. Hvad vil der ske i de kommende år? En fremskrivning uden skelen til naturgasprisen kan være lige så relevant som den tidligere fremskrivning fra 2014, hvor naturgasprisen ville stige. Den gule kurve viser, hvordan elprisen ville være, hvis den var uafhængig af naturgasprisen.

FIGUR 5. FAKTISK UDVIKLING AF BIOGAS-ELPRISEN OG PROGNOSE MED OG UDEN REFERENCE TIL NATURGASPRISEN



Som lovgivningen er i dag, kender man kun prisen for biogas-el for et år ad gangen. 26-øres pristillægget fastsættes i begyndelsen af året ud fra den gennemsnitlige naturgaspris året før. Det ligger også fast, at 10-øres-tillægget aftrappes frem mod 2020, som besluttet i Energiforliget. 26-øres tillægget kender man således ikke størrelsen af, da det sammen med naturgasprisen skal summeres til en konstant størrelse. Man kan dog godt forestille sig, at reguleringen på et tidspunkt vil ændres, således at naturgasprisen ikke får indflydelse der, hvor produktion af biogas-kraftvarme ikke har naturgasprisen som reference. Derfor kan man med en vis rimelighed i sit projekt-budget bruge 2016-prognosen frem til 2020 (grøn kurve), og derefter bruge den pris-kurve, hvor naturgasprisen ikke indvirker (gul kurve).

PRISUDVIKLING FOR GAS

Prisen for opgraderet biogas afsat via naturgasnettet er reguleret på samme måde som elprisen, dvs. en basispris og to pristillæg, hvoraf det ene tillæg udfases mod 2020. Det andet pristillæg reguleres, så det sammen med naturgasprisen året før udgør en konstant. Der skal fradrages en gasafgift, men der er til gengæld mulighed for at sælge certifikater for grøn gas på gask markedet, hvilket nogle større gaskunder efterspørger og vil betale en merpris for.



Hans Martin



Erfaringer:

- AgriKomp-anlægget kører godt og stabilt. Jeg har ikke fortrudt byggeriet.
- Der er mere arbejde i det end forventet omkring planlægning, og mange i omverdenen er interesseret og nysgerrige. Det tager megen tid.
- Der er meget at holde styr på omkring ind/ud. Alt skal skrives ned.

Gode råd:

- Begynd ikke, hvis din økonomi er dårlig.
- Hav interesse for teknik. Man behøver ikke kunne en hel masse, men man skal have lyst til at kigge til det og nørde lidt.
- Jo mere egen biomasse, jo bedre. Pas på afstande og omkostninger til transport.

Overraskelser:

Der har ikke været store overraskelser bortset fra, at det er så tidkrævende.

Hvis jeg skulle gøre det om, skulle jeg have haft en anden motor. Ellers er der ikke noget, jeg ville gøre anderledes. Det er et meget enkelt anlæg uden noget hokus-pokus.

Skal vi have flere anlæg, skal man bevare tilskuddet til det. Der skal være en regulær økonomi i det for landmanden. Hvis det er småpenge, er det for risikabelt.



Jens



Erfaringer:

- Det er en ny produktion, men den er overkommelig i tidsforbrug, og det er en god forretning i dag.
- Det er en god historie at have en fabrik, der laver affald om til CO₂-fri strøm + en bedre/nemmere gødning. Det er en god oplevelse, at vi kan lave grøn energi.

Gode råd:

- Tag involveringen af lokalsamfundet alvorligt på et tidligt tidspunkt.
- Lyt til erfarne folk og læg egne store ambitioner og ideer lidt væk på det korte sigt.
- Oplagspladsen skal være funktionel og fleksibel i forhold til at kunne lagre mange forskellige biomasser, dvs. en bred og ikke så dyb plads. Vi har fx flere slags dybstrøelse og ensilage. Når vi får nye læs ind, skal de kunne lægges i en streng for sig, så man kan tømme dem, man er i gang med først. Opdeling med mure ville være optimalt a.h.t. overdækning.

Overraskelser:

Gødningsværdien – det lave N-indhold
Omkostninger til biomasse og elforbrug til omrører/pumper mv.

Man skal lave handleplaner for alverdens ting ift. sikkerhed. Meget papirarbejde, også omkring øko-procent og mængder ud og ind.

Skulle jeg gøre det om i dag, ville jeg have større tanke og mere opholdstid. Og dermed også større motor, da den er begrænsende ved større opholdstid.

Lagerpladsen ville jeg også have udformet anderledes med plads til flere forskellige 'strenger'.

Hvis vi skal have flere anlæg, skal vi kunne være sikre på, gødningsværdien stiger. Der skal også være en sikkerhed for investeringen, fx en sikker elpris i en årrække. Nu er forrentningen helt afhængig af priser, vi ikke har indflydelse på. For os har investeringsstøtten været helt afgørende, da den kunne nedbringe selve investeringen. Det har været vigtigt for kreditgivere og deres risiko.

Jeg tror ikke, vi får plastret landet til med små anlæg, så vi har brug for at løse transportproblemet. Separation er måske vejen frem.

NYT ENERGIFORLIG 2018

Folketinget skal forhandle et nyt energiforlig i foråret 2018. Ifølge Klima- og energiministeren, Energistyrelsen og Brancheforeningen for biogas er der ikke lagt op til at pristillæggene og støtteordningerne som sådan skal ændres, når der skal laves et nyt energiforlig i 2020. Men alt kan vel ske i politik. EU-godkendelserne af støttesatserne skal fornys i 2023, og her kan der evt. ske ændringer.

TILSKUD TIL ETABLERING AF BIOGASANLÆG

Der er i skrivende stund ingen tilskudsordninger til etablering af biogasanlæg. Der har tidligere været en ordning med tilskud på 30 pct. af omkostningerne til etablering af biogasanlæg under landdistriktsprogrammet. Ordningen er ikke videreført efter 2012. Der har også frem til 2017 været mulighed for at sælge energibesparelsen (nettoenergiproduktionen) fra første år til energiselskabernes energipareindsats. Denne mulighed er også lukket.

BIOGAS TASKFORCE

I forbindelse med Energiforliget i 2012 blev der nedsat et overvågnings- og udredningsarbejde under Energistyrelsen, hvor forskellige arbejdsgrupper skulle følge udviklingen inden for biogasområdet i Danmark. Dermed kunne politikerne få føling med, om udbygning på biogasområdet rent faktisk kom i gang. Der blev også undersøgt forskellige faglige, tekniske og økonomiske problemstillinger, som kunne belyse, hvilke barrierer der er for at få mere biogasproduktion i Danmark. En af analyserne omhandler biogas i økologisk landbrug. Her blev det konkluderet, at det er særligt udfordrende at få en udbygning af økologisk biogasproduktion, da tætheden af økologiske ejendomme og dermed den biomasse, disse ejendomme kan byde ind med, er mindre end for konventionelt landbrug. Der er derfor brug for en særlig politisk indsats for at få flere biogasanlæg i gang i det økologiske landbrug.

KILDER OG MATERIALE

Man kan læse mere om Biogas Taskforce på Energistyrelsens hjemmeside, hvor alle rapporter er tilgængelige, herunder også rapporten om biogas i økologisk landbrug. www.ens.dk
 Biogas i økologisk jordbrug – analyseopgave for Energistyrelsen. Økologisk Landsforening 2015. www.ens.dk



YDERLIGERE GENEREL INFORMATION OM BIOGAS

Websteder om biogas og økologi:

SEGES: Artikler, projektresultater, erfaringsindsamling, pjecer m.v. www.landbrugsinfo.dk

Økologisk Landsforening: Artikler, projektresultater, onlineberegner, erfaringsindsamling, materiale- og linksamling. www.okologi.dk

EU-projekt med fokus på gårdbiogasanlæg: www.bioenergyfarm.eu

Brancheforening i Danmark: Foreningen Biogasbranchen. www.biogasbranchen.dk

Dansk Fagcenter for Biogas: Er et nyt uddannelsescenter for bestyrelser, driftsledere og ansatte på biogasanlæg m.v.

Tilbyder kurser og driftleder-erfa-møder. www.dffb.dk

Danske tidsskrifter om biogas og bioenergi

FIB: www.biopress.dk

Bioenergi Magasinet: www.bioenergi.dk

Tyskland

Den tyske brancheforening for biogas: Fachverband Biogas. www.biogas.org

Fachagentur Wachsende Rohstoffe. www.fnr.de

Videnscenter for teknik og byggeri i landbruget: Udgivelser, rapporter, håndbøger onlineberegner vedr. biogas. www.ktbl.de

Internationalt kompetencecenter for biogas: kurser, rådgivning, studieture m.v. på tysk og engelsk. www.ibbk-biogas.de

Sverige

Bioenergiportalen: Materiale- og linksamling om biogas. www.bioenergiportalen.se

EU

EU branchen: Den Europæiske Biogas Organisation EBA. www.european-biogas.eu



Økologisk Landsforening · Silkeborgvej 260 · 8230 Åbyhøj
T: 87 32 27 00 · info@okologi.dk