

Biogass

Håndbok i etablering og drift av gårdsbaserte biogassanlegg

Av Johan G. Ellingsen og Tore Filbakk



råvarer | teknologi | drift | sikkerhet | sluttprodukt | lovverk
økonomi | støtteordninger | planlegging | referanser

Utviklet av Det Kongelige Selskap for Norges Vel med midler fra
Jordbrukets klima og miljøprogram, Landbruksdirektoratet

www.norgesvel.no/biogassboka | 2016

Innholdsfortegnelse

Innledning.....	4
Om litteratursøk	4
Klima og miljøpolitikk.....	4
Offentlig satsing	5
1. Råvarer	7
1.1 Energipotensiale.....	7
1.1.1 Husdyrgjødsel	7
1.1.2 Mat- og slakteriavfall.....	7
1.1.3 Landbruksavfall.....	7
1.2 Egenskaper og faktorer som påvirker prosessen.	8
1.2.1 Tørrstoffinnhold	9
1.2.2 Risiko for mekaniske problemer.....	11
1.2.3 Godt eksempel på beregning av lønnsomhet	11
1.3 Lovverk og kvalitetskrav på råvaresiden	12
1.3.1 Som konvensjonelt driftsmiddel	12
1.3.2 Hygienisk kvalitet.....	12
1.3.3 Hygienisering	13
1.3.4 Økologisk driftsmiddel.....	13
1.3.5 Kildesortert avfall fra storkjøkken og hoteller	14
2. Teknisk anlegg	15
2.1 Type anlegg og prinsipper	15
2.2 Energibalanse	19
3. Drift, vedlikehold og sikkerhet	20
3.1 Drift.....	20
3.2 Vedlikehold og ettersyn	20
3.2.1 Internkontroll for Biogassanlegget.....	21

3.3	Kvalitetsvurdering/dokumentasjon/driftsmanual	22
3.4	Sikkerhet, brann, eksplosjonsfare, HMS.....	22
4.	Anvendelse av sluttprodukt	24
4.1	Biogass.....	24
4.1.1	Eksempel på anvendelse for biogass.....	25
4.2	Biogjødsel brukt som gjødselprodukt.....	26
4.2.1	Næringsinnhold	27
4.2.2	Aktuelle vekster og kulturer	28
4.2.3	Spredning.....	28
4.2.4	Avtaler og mottak.....	29
5.	Økonomi/støtteordninger	30
5.1	Lønnsomhet.....	30
5.2	Støtteordninger/Innovasjon Norge	30
5.3	Kalkyler	31
6.	Lover og forskrifter	33
7.	Hvordan planlegge etablering av et biogassanlegg.....	34
8.	Referanser	37

Innledning

Det er opp igjennom årene skrevet hyllemeter med rapporter om biogass som behandlingsmetode for organisk avfall, også i Norge. På dette feltet ligger vi i Norge litt etter Sverige og Danmark som tidlig så behovet for å behandle bl.a. husdyrgjødsel i biogassanlegg. Tanken bak dette prosjektet var å gi en sammenfatning av de mest aktuelle rapportene slik at en interessert bonde som vurderte å investere i et biogassanlegg, enkelt kunne skaffe seg en oversikt over hva som er skrevet. Dette sammendraget er derfor ikke en vanlig håndbok som gir en grundig innføring i temaet, men heller en tematisk gjennomgang av aktuell litteratur påplussset noe nyttig informasjon. Vi har valgt en digital utgave for å gjøre det billigere, enklere å oppdatere og raskt å knytte seg til annen litteratur. [Den svenske biogasshåndboka](#) er grundig og fin på alt som har å gjøre med biogass, inkludert dimensjonering og anvendelse av gassen, men sier ingen ting om bruk av biogjødsel. Den har også en grundig innføring i selve søkeprosessen og det svenske lovgrunnlaget for å få godkjent et anlegg. Denne prosessen er mye likt den norske.

Vi har i vår litteraturgjennomgang valgt å ta med det mest nødvendige, også når det gjelder sikkerhet og søkeprosessen, slik at man lettere kan komme i gang med planleggingen.

Om litteratursøk

Mange litteratursøk på nettet kan vise seg vanskelige fordi utlagte rapporter og materiale tidvis blir flyttet til andre severer eller ligger på adresser som blir lagt ned.

Alle FOU-rapporter skal legges inn på Forskningsinformasjonssystemet CRISStin (<http://www.cristin.no/>). Under Open Access vil vitenskapelige publikasjoner gjøres fritt tilgjengelig på web under NORA som står for Norwegian Open Research Archives, og er en tjeneste som høster alle norske institusjonelle arkiv, samt Open Access-journaler i Norge. Pt ligger det mest masteroppgaver i NORA, men det er å håpe at arkivet bygges videre ut. Av andre store arkiver kan nevnes SGC i Sverige som utgir flere viktige [rapporter](#) som man bør følge med på. I Danmark er det særlig [Videncenter for landbruk](#), Foulum Forsøkscenter ved Viborg (Århus Universitet) hvor man bør følge med. Det er også gjort mye interessant i prosjektet [Biogass Østfold 2015](#) der du finner mange nyttige rapporter om hele verdikjeden.

En interessant link å følge med på er den Australske bioenergylists der du gratis kan abonnere på nyheter med mange spørsmål og svar knyttet til praktisk drift av biogassanlegg. Påmelding er tilgjengelig [her](#).

Klima og miljøpolitikk

Alle typer organisk avfall inneholder viktige ressurser som både kan forurense våre omgivelser og som samtidig inneholder viktige næringsressurser vi bør ta vare på for fremtiden. Resirkulering av organiske ressurser kan imidlertid innebære en miljørisiko, og det er utviklet flere sikre metoder som gir en trygg resirkulering.

Behandling av organisk avfall i et biogassanlegg er en sikker og kontrollert metode. Gjenvinning gjennom en anaerob behandling i en biogassprosess har også flere positive sider som klima- og miljøtiltak:

- Produksjon av fornybar, CO₂-nøytral energi

- Reduksjon av utslipp av metan og lystgass i en lukket prosess med gode muligheter for kontroll
- Reduksjon av utslipp av metan og lystgass fra lagring og spredning av husdyrgjødsel og annet organisk avfall
- Produksjon av flytende organisk gjødsel med god plantetilgjengelighet for gjødsla
- Hygienisk sikker metode for resirkulering av viktige næringsstoffer (fosfor) i organisk avfall

Fordi biogass har en positiv virkning på miljøet på flere måter, vil den relative positive påvirkningen fra et biogassanlegg være stor.

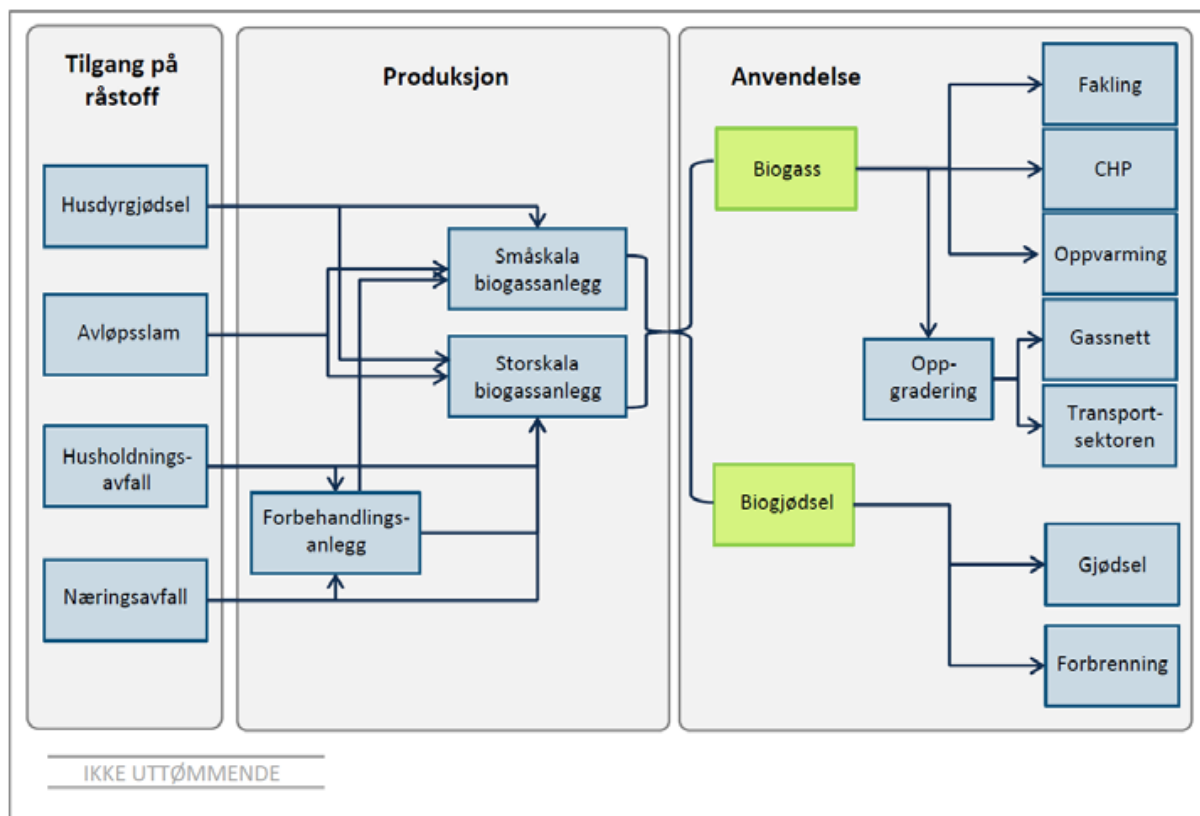
Offentlig satsing

Stortinget har vedtatt et politisk mål om at 30 % av all husdyrgjødsel skal behandles i et biogassanlegg innen 2020. Det er imidlertid foreløpig kun bygd et fåtall biogassanlegg som bruker husdyrgjødsel som råmateriale i Norge. For å nå målet om 30 % ser det derfor ut til å være behov for mer teknisk nyvinning som kan gi rimeligere anlegg og/eller kraftigere politiske virkemidler.

Gjennom [forskrift](#) om gjenvinning og behandling av avfall og med hjemmel i [forurensingsloven](#) er det i dag forbudt å deponere alle typer organisk avfall. For å utnytte energiressursene i organisk avfall med høyt fuktighetsinnhold er biogass en meget aktuell løsning. En løsning som brukes på de fleste av de gårdsbaserte biogassanleggene som bruker husdyrgjødsel som basis, er å blande inn kildesortert matavfall for å øke produksjonen av biogass.

[Klimaforliket](#) i Stortinget, vedtatt i 2012, slår fast at Norge trenger en nasjonal, tverrsektoriell biogasstrategi. Her slås det også fast at økt utnyttelse av organisk avfall til biogassproduksjon og bruk av biogjødsel til erstatning for mineralgjødsel også vil bidra til oppnåelse av gjenvinningsmålene for husholdningsavfall i EUs rammedirektiv for avfall.

Regjeringen ved Klima og Miljødepartementet vedtok den 8. oktober 2014 en [nasjonal tverrsektoriell biogasstrategi](#) med noen viktige politiske signaler bl.a. om strengere krav til lagring og spredning av husdyrgjødsel i forbindelse med revisjonen av gjødselvereforskriften. Danmark og Sverige har strengere krav til lagring og spredning av husdyrgjødsel enn Norge, noe som bl.a. medførte at flere danske gårdsbruk gikk sammen om felles biogassanlegg. Biogasstrategien legger opp til at det skal anlegges et nasjonalt pilotanlegg der man gjennom forskning og utvikling (FOU) skal få mer kunnskap om flaskehalsene for videre satsing på biogass i Norge. Satsingen på miljøvennlig transport (f.eks. ved bruk av biogass som drivstoff) flyttes fra Statens Vegvesen til ENOVA. Som en del av den helhetlige gjennomgangen av bilavgiftene, vil en veibruksavgift på drivstoff bli vurdert. Dette kan fremme en øket bruk av biogass til transport. Over jordbruksavtalen er det innført en [støtte](#) for husdyrgjødsel som leveres til eller kjøres gjennom eget biogassanlegg. Formålet er å stimulere til økt bruk av husdyrgjødsel til biogassproduksjon.



Figur 1: Mulige verdikjeder for biogass; råstoff, produksjon og anvendelse. (Klima- og forurensningsdirektoratet 2013)

En grundig innføring situasjonen for biogass finner du i «[Underlagsmateriale til tverrsektoriell biogass-strategi](#)» utført av Klima- og forurensningsdirektoratet i 2013.

Ellers kan vi også anbefale en grundig innføring i biogasssteknologien i den svenske [Biogasshåndboka](#) fra 2009. Svensk Gasteknisk Center (SGC), som i dag er en del av Energiforsk, har utgitt en mengde rapporter om biogass, her bør man følge med på nye [rapporter](#).



1. Råvarer

1.1 Energiptensiale

1.1.1 Husdyrgjødsel

Husdyrgjødsel er et godt egnet råstoff til produksjon av biogass. En fordel med husdyrgjødsel er at den er lett nedbrytbar og tilgjengelige for bakteriene som driver prosessen. Ulempen er at gjødsla allerede har blitt delvis nedbrutt i magen til dyrene og dermed har relativt lavt energiinnhold. Dette gjelder spesielt kugjødsel ettersom storfe har et veldig effektivt fordøyelsessystem.

Produksjonskostnad per kWh biogass er over dobbelt så høy når man benytter husdyrgjødsel (1,25 kr/kWh) sammenlignet med å bruke våtorganisk avfall (0,54 kr/kWh). Forskjellen i pris skyldes først og fremst at biogassproduksjon basert på avfall gir høyere gassutbytte per tonn råstoff ([Klima- og miljødepartementet 2014](#), s 15)

1.1.2 Mat- og slakteriavfall

Mat-, slakteriavfall og andre fuktige avfallstyper er også svært aktuelle råstoffer for biogass. Disse råstoffene har et betydelig høyere potensiale for produksjon av biogass per mengde råstoff enn husdyrgjødsel, ettersom de ikke allerede er fordøyd. Spesielt slakteriavfall har et høyt energiinnhold.

Et potensielt viktig råstoff til biogass er avfallsprodukter fra fiskeindustrien.

Andre råvarer, som for eksempel hageavfall, slam, næringsmiddelavfall og halm, kan også inngå som råvare.

1.1.3 Landbruksavfall

En tredje gruppe med aktuelle råstoffer som ofte brukes ved anlegg i Europa, er jordbruksvekster som bøndene kan dyrke selv (gras, mais mm). Disse har jevnt over høyere energiinnhold per masse enn husdyrgjødsel. Ulempen er at det kan binde opp arealer som kunne vært brukt til produksjon av mat og disse er derfor lite aktuelle i Norge. Biprodukter fra matproduksjon som kornavrens, rester av frukt, bær og grønnsaker og halm kan også være aktuelle råstoffer til biogassanlegget.

Når man skal beregne gassutbytte i en biogassreaktor må man ta hensyn til at ikke alt organisk materiale i et avfallsprodukt lar seg nedbryte i en reaktor. Råstoff med høyt innhold av lignin som f.eks. trevirke er derfor mindre aktuelle, da det normalt ikke brytes fullstendig ned i en biogassreaktor. Den utnyttbare delen kalles for Volatile solids (VS) som er et mål på mengde organisk materiale i råstoffet. Den delen av tørrstoffet (TS) som er organisk og nedbrytbart kalles også glødetap og har betegnelsen kg tørrstoff/døgn. VS er altså mengden tørrstoff minus askeinnholdet (det som ikke brennes opp).

Tabell 1: Oversikt over omtrentlig fuktighet, og hvor mye av tørrstoffet som kan utnyttes til biogass (VS av TS) og energiinnhold i utvalgte potensielle råmaterialer. Tallene i tabellen er basert på bakgrunnsdata i NILFs regneark for Innovasjon Norge, som igjen er basert på SGCs rapport Substrathåndbok for biogassproduksjon.

Råstoff	Normalt tørrstoff	VS av TS (utnyttbart)	Energi potensial per tonn tørrvekt	Energi potensial per tonn råvekt
Typer husdyrgjødsel				
Kugjødsel	8,5 %	0,80	1666 kWh	141 kWh
Grisegjødsel	8 %	0,80	2083 kWh	167 kWh
Hønsegjødsel	42 %	0,76	1862 kWh	790 kWh
Sauetalle	30 %	0,80	1960 kWh	588 kWh
Hestegjødsel	30 %	0,80	1328 kWh	398 kWh
Pelsdyrgjødsel	68 %	0,71	1531 kWh	1041 kWh
Mat- og slakteriavfall				
Sortert matavfall husholdninger	32,5 %	0,85	3837 kWh	1257 kWh
Sortert matavfall fra storhusholdning	13 %	0,92	6510 kWh	850 kWh
Slakteriavfall (mage/tarm)	16 %	0,83	3169 kWh	507 kWh
Fiskerens	42 %	0,98	8897 kWh	3737 kWh
Frityrfett	90 %	1,00	7414 kWh	6672 kWh
Landbruksprodukter				
Tørr halm	78 %	0,91	1832 kWh	1440 kWh
Mais	30 %	0,90	3107 kWh	932 kWh
Gras	33 %	0,88	2577 kWh	836 kWh
Korn	86 %	0,97	3802 kWh	3270 kWh
Potetris	15 %	0,80	2483 kWh	373 kWh

Når det gjelder informasjon om energiinnhold i ulike typer råvarer, er de aller fleste tall hentet fra [substrathåndboka](#) til SGC. Disse tallene er beheftet med stor usikkerhet og det aller sikreste vil være å kjøre tester på lab, f.eks. hos Bioforsk, for å finne energiinnholdet. Nærmere om tillatte råvarer i ABP forskriften (se nedenfor).

1.2 Egenskaper og faktorer som påvirker prosessen.

Biogassprosessen er egentlig det samme som skjer i vomma til drøvtyggere og kan benyttes for de fleste biologiske/organiske råmaterialer. Mikroorganismene i den biologiske prosessen trenger en stabil surhet, pH og høy fuktighet, og fuktige råmaterialer er derfor mest vanlig. Prosessen foregår uten tilførsel av luft (anaerobt). Selv om prosessen er avhengig av relativt høy fuktighet for å fungere, er det kun tørrstoffet som bidrar til produksjon av biogass. Tørrstoffet blir normalt oppmalt før det

går inn i reaktoren for at mikroorganismene raskt kan etablere seg på de store overflatene av avfallsfragmentene. Eventuelle fremmedelemerter som metaller og stein må sorteres ut før oppmaling.

De viktigste egenskapene til råstoff for biogass er:

- Tørrstoffinnhold (vanninnhold), C/N forhold
- Innhold av brennbare stoffer
- Nærings sammensetning
- Risiko for mekaniske problemer

1.2.1 Tørrstoffinnhold

Biogassen blir dannet ved nedbryting av det organiske tørrstoffet i råmaterialet. Hvor høyt tørrstoffinnholdet er, har derfor stor betydning for mengden med biogass som kan produseres.

Hvis det er nødvendig å frakte råmaterialene med et lavt tørrstoffinnhold (= mye vann), medfører dette potensielt betydelige fraktutgifter. Det er imidlertid nødvendig med en relativt høy fuktighet for at biogassprosessen skal fungere, og det er en fordel at råmaterialet kan pumpes inn. Derfor er det i mange tilfeller nødvendig å tilsette vann for å få ønsket fuktighet.

Karbon/nitrogen forhold (C/N-forholdet)

Forholdet mellom konsentrasjonene av karbon og nitrogen er en begrensende faktor for all omdanning av organisk materiale, og er derfor avgjørende for effektiviteten til prosessen. Karbonet i råstoffet er energikilden for mikroorganismene i biogassreaktoren. Nitrogeninnholdet påvirker hvor fort mikroorganismene vokser. Med lavt nitrogeninnhold vil mengden mikroorganismer holdes liten, noe som fører til lav nedbrytningshastighet, noe som igjen kan kreve lengre oppholdstid i reaktoren.

Om det imidlertid er mye nitrogen i råstoffet i forhold til mengden karbon, er det risiko for at det akkumuleres ammonium, som kan være giftig for mikroorganismene.

Tommelfingerregelen sier at forholdet mellom karbon og nitrogen bør ligge mellom 15 og 30. Både karbon og nitrogen finnes imidlertid ofte både i lett og vanskelig tilgjengelig form. Tilgjengeligheten kan i stor grad påvirke hvordan karbon/nitrogen forholdet i praksis slår ut. Eksempelvis anbefales ikke for mye papir i organisk materiale som skal gå til anaerob biogassbehandling, mens dette ofte kan anbefales for et aerobt kompostanlegg.

Spesielt når ulike råstoffer skal blandes i en biogassreaktor er det viktig å ta karbon/nitrogenforholdet i betraktning. Hvis det blandes inn betydelige mengder av et nytt N-rikt råstoff inn i reaktoren, kan dette medføre en endring i C/N forholdet, med endrede driftsvilkår som resultat. Et biogassanlegg med litt allsidig råvaregrunnlag, bør derfor ha mulighet til innmating fra flere tanker.

Ammonium

Under utråtning i en biogassreaktor vil det dannes ammonium (NH_4^+) og ammoniakk (NH_3). Andelen med ammoniakk vil øke med økende temperatur og pH. Proteinrike råmaterialer gir generelt høy andel med ammonium både i biogassreaktoren og biogjødselen, noe som igjen gir høy gjødselverdi. Utfordringen for en operatør er å finne en passe råvareblanding som gir et godt gass- og gjødselutbytte samt å overvåke prosessen for et optimalt utbytte.

Innhold av brennbare stoffer

Dersom innholdet av brennbart materiale i en råvare skal bestemmes, varmes prøven opp til 550 °C. Den delen av tørrstoffet som er igjen vil være aske. Høyt innhold av brennbare stoffer i gassen er normalt positivt for å få et høyt utbytte av biogass. Det er imidlertid noen unntak som for eksempel plast og tyngre treforbindelser som lignin som ikke brytes ned i en biogassreaktor.

Biogassutbytte og nedbrytbarhet

Biogassprosessen er en anaerob (uten tilførsel av oksygen) nedbryting av det organiske materialet som tilføres reaktoren. En anaerob nedbryting foregår i tre trinn:

1. Hydrolyse. Store molekyler brytes opp av enzymer til mindre, løselige molekyler.
2. Fermentering. De løselige forbindelsene blir videre oppdelt av mikroorganismer til mindre molekyler, i all hovedsak flyktige fettsyrer. På dette steget dannes også hydrogengass (H₂) og CO₂.
3. Metanogenese. Ulike grupper mikroorganismer omdanner syrene til biogass.

Hvor mye biogass som kan bli produsert av en råvare vil også avhenge av hvor mye av det organiske materialet som er nedbrytbart. Generelt vil fett gi et høyt utbytte av biogass per mengde råstoff, i forhold til protein og karbohydrater. Mengden metan som råstoffet inneholder vil også variere mellom ulike råstoffer. Mye karbohydrater (f.eks. sukker) vil gi et lavt metaninnhold. Noe av den frigjorte energien brukes til å opprettholde temperaturen i reaktoren (for nærmere detaljer om kjemien i en biogassreaktor, se SGCs [Gårdsbiogasshåndbok](#) s. 18 og utover).

Det er imidlertid ikke mulig å beregne nedbrytbarheten til et råstoff matematisk fra andelen med fett, karbohydrater etc. Hvordan råstoffet er sammensatt vil påvirke nedbrytbarheten og gassutbyttet. I tillegg kan det være variasjoner fra anlegg til anlegg som bruker samme råstoff.

Hvor raskt råstoffet brytes ned vil også variere betydelig mellom ulike råmaterialer. Råmaterialer som inneholder mye halm vil brytes raskt ned i hydrolysesteget i reaktoren og kan føre til en forsuring ved at det hopper seg opp fettsyrer og prosessen stopper opp. Fiberrike forbindelser med mye lignin derimot brytes sakte ned. pH- verdien skal helst være tilnærmet nøytral, pH 7.

For at mikroorganismene skal ha gode vekstvilkår, er det påkrevd med en forsiktig omrøring i reaktoren. Praktisk erfaring viser også at porøst materiale (f.eks. Leca kuler eller kull), som hele tiden flyter oppå overflaten inne i reaktoren, stimulerer til sterkt vekst i mikroorganismefloraen.

Bioforsk disponerer en [biogass lab](#) på NMBU, Ås, som kan kjøre forsøk med ulike råvareblandinger og gi svar på energiutbytte, blandingsforhold etc.

Driftsparametere

Følgende faktorer er avgjørende for hvordan prosessen forløper:

1. Temperatur. I hovedsak to temperaturområder: Mesofil 25 -42 °C og termofil 49 -60 °C
2. Oppholdstid. Oppholdstiden oppgis i antall døgn og beregnes utfra reaktorens væskevolum i m³/daglig tilførsel i m³/døgn (og følgelig den mengde biogjødsel som går ut av reaktoren.)
3. Tilført biomasse pr tidsenhet (m³ pr døgn) bestemmer oppholdstiden

4. Ammonium/ammoniakkonsentrasjonen. Mengden NH_3 (ammoniakk) i væsken påvirker nedbrytingen og kan virke hemmende, f.eks. ved tilsetning av mye slakteavfall/matrester

Nedbrytingen i en reaktor går vanligvis fortere ved høyere temperaturer, men over 60 – 70 grader avtar nedbrytingen. Ved temperaturer under 17 grader stopper omsetningen opp. Oppholdstiden bruker å være 15 -25 døgn og derved brytes 50 -80 % av det biologiske materialet ned.

De kjemiske/biologiske reaksjonene i en biogassreaktor er som for andre drøvtyggere, svært våre for brå endringer i råvaresammensettingen. Brå endringer i tilførselen til reaktoren må derfor for all del unngås og skje trinnvis og over lang tid. Et velfungerende biogassanlegg med flere råvarer, bør derfor ha flere separate lagringstanker.

For at pumping, omrøring og nedbryting skal fungere kreves det at noen substrater forbehandles. For at mikroorganismene i reaktoren raskt skal kunne gå løs på det organiske materialet, males dette opp til maks 12 mm som gir en stor overflate som mikroorganismene i væsken "beiter" på når avfallet kommer inn i tanken.

Hensikten med forbehandlingen er også å rense ut uønskede partikler som ikke skal inn i prosessen, og til slutt å tilpasse tørrstoffinnholdet i reaktoren for å få gunstig fuktighet.

For noen råmaterialer er det nødvendig med en hygienisering. Dette gjelder spesielt materialer hvor det kan følge med smittefare, for eksempel matavfall fra husholdningene, restauranter og storkjøkken som i henhold til EU forordningen skal hygieniseres ved 70 grader i 1 time. Husdyrgjødsel fra egen gård må ikke hygieniseres før behandling i reaktoren (ABP forskriften). Se mer i kapittel om hygienisering s.13. Skal husdyrgjødsel derimot brukes i et anlegg utenom gården, må den hygieniseres. Vær oppmerksom på faren for [rekontaminering](#) ved transport og bruk av samme transportutstyr for ubehandlet og hygienisert gjødsel/annet organisk materiale (Kapittel II i ABP forskriften, "Særlige krav til godkjenning av biogass- og komposteringsanlegg".)

1.2.2 Risiko for mekaniske problemer

Hvis det er lette partikler som f.eks. halm kan dette flyte opp og dekke toppen av innholdet i reaktoren. Tunge partikler kan falle ned til bunnen av reaktoren. Reaktoren må ikke fylles opp av metaller, stein etc. som gjør at den etter en stund må tømmes og renses. Mye bunnslam reduserer volumet av tanken og innebærer lavere produksjon og i verste fall produksjonsstopp. Det må installeres fellingslommer enten i fortanken eller i rørsystemet slik at ikke pumper og kverner ødelegges.

1.2.3 Godt eksempel på beregning av lønnsomhet

God praktisk og økonomisk beregning av lønnsomheten ved et gårdsbiogassanlegg: I en [rapport](#) fra et forprosjekt på Holm gård, Re i Vestfold ble det gjort en vurdering av om det er lønnsomt å bygge gårdsbiogassanlegg på et gårdsbruk med gris, og det ble gjort en vurdering av hvilke fordeler bonden og samfunnet kan oppnå. Rapporten er riktignok fra 2005, men har mange interessante vurderinger som fortsatt er aktuelle.

1.3 Lovverk og kvalitetskrav på råvaresiden

1.3.1 Som konvensjonelt driftsmiddel

For konvensjonelle gårdsbruk er det kun [Gjødselvereforskriften](#) som gjelder med et krav om maksimal spredemengde på 2 tonn TS/da i året. I del III i gjødselvereforskriften finnes regler om lagring og bruk, samt også minimumskrav til hva jorda kan inneholde av tungmetaller. Prinsippet er at mengden tungmetaller i jordsmonnet ikke skal øke ved bruk av organiske gjødselmidler (§ 26).

Kvalitetsklasse 0: Kan nyttes på jordbruksareal, private hager, parker, grøntarealer og lignende. Tilført mengde må ikke overstige plantenes behov for næringsstoffer.

Kvalitetsklasse I: Kan nyttes på jordbruksareal, private hager og parker med inntil 4 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år. Kan nyttes på grøntarealer og lignende der det ikke skal dyrkes mat eller fôrvekster. Produktet skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse og blandes inn i jorda på bruksstedet.

Kvalitetsklasse II: Kan nyttes på jordbruksareal, private hager og parker med inntil 2 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år. Kan nyttes på grøntarealer og lignende der det ikke skal dyrkes mat eller fôrvekster. Produktet skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse og blandes inn i jorda på bruksstedet.

Kvalitetsklasse III: Kan nyttes på grøntarealer og lignende arealer der det ikke skal dyrkes mat- eller fôrvekster.

1.3.2 Hygienisk kvalitet

Risikoen for spredning av smittsomme menneske- og dyresykdommer, særlig i etterkant av kugalskapsepidemien på slutten av 90 tallet, ga grunnlag for egne forskrifter på hygienisk kvalitet.

Disse er behandlet i [Forskrift om animalske biprodukter](#) (ABP forskriften, biproduktforskriften). I en egen forordning til forskriften om klassifisering, innsamling, transport, destruksjon, bearbeiding, bruk og midlertidig lagring av animalske biprodukter er tre kvalitetsklasser beskrevet i hhv artikkel 4, 5 og 6. Bruk av animalske biprodukter deles opp i tre kategorier (se nedenfor), basert på risikoene som bruken medfører. Restriksjonene som er pålagt for bruk er avhengig av i hvilken kategori råstoffet og behandlingen er.

I artikkel 10 omhandler krav til godkjenning av biogass- og komposteringsanlegg.

ABP forskriften gjelder ikke for bruk av husdyrgjødsel (§3) og det er laget en egen nasjonal bestemmelse for biogass- og komposteringsanlegg i § 10a.

Mattilsynet har laget en generell [egen veileder for forskriften](#). Merk at alle anlegg skal føre et register over mottatte og avsendte biprodukter (veileder pkt.6.1.2). Alle anlegg som oppbevarer og bearbeider animalske biprodukter etter biproduktforordningen er godkjenningspliktige.

I tillegg utga i Avfall Norge og Norsk Vann BA i 2009 en egen veileder for biogassanlegg: (Se [Avfall Norge](#)) som i detalj redegjør for hvordan forskriften vil påvirke biogassanlegg og komposteringsanlegg.

Kategori 3 avfall

Alt kat. 3 avfall skal i utgangspunktet behandles ved 70°C i min. 1 time og ved en partikkelstørrelse på maks. 12 mm før mottak i et biogass- eller komposteringsanlegg. Matavfall fra privathusholdninger og storhusholdninger er definert som kat. 3 avfall, men er unntatt kravet om hygienisering før mottak i biogassanlegg eller komposteringsanlegg. Hygienisering må altså skje slik det er beskrevet, men dette avfallet kan hygieniseres andre steder (spesialiserte forbehandlingsanlegg) og deretter transporteres til biogassanlegget eller det kan hygieniseres først når det kommer til anlegget). Kat II og Kat I avfall kan ikke fraktes uten at det først er blitt hygienisert.

Kategori 2 avfall

Ved mottak av kategori 2 materiale skal avfallet trykksteriliseres ved 133°C og 3 bar i 20 min før mottak i biogass- eller komposteringsanlegg. Ved mottak av ensilert avfall fra f.eks. selvdød fisk (kat. 2 avfall) kreves nå at den ensilerte massen skal varmes opp til en kjernetemperatur på minst 85 °C i minst 25 minutter og tidligst 24 timer etter tilsetningen av maursyren før avfallet leveres til biogassanlegg eller komposteringsanlegg.

Kategori 1 avfall

Dette avfallet består hovedsakelig av biprodukter fra smittefarlig slakteavfall eller dyr som kan være mistenkt for å være smittet f.eks. av kugalskap eller selvdøde dyr og skal alltid destrueres, oftest ved direkte, kontrollert forbrenning uten noen forbehandling. Merk at også kjøkken- og matavfall fra transportmidler (fly, skip, tog eller på vei) som ankommer Norge fra et sted utenfor EØS regnes som kat 1 avfall. Dette omfatter matavfall etter forpleining av mannskap og passasjerer og som stammer fra ikke-veterinærkontrollerte næringsmidler i henhold til EØS regelverket.

1.3.3 Hygienisering

Hygieniseringsgraden bestemmes av en kombinasjon av temperatur, trykk og oppholdstid. For å redusere sannsynligheten for smittespredning er hovedregelen at alt organisk materiale som skal behandles i en biogassreaktor skal hygieniseres ved 70° C i 60 minutter. Partikkelstørrelsen skal da maksimalt være 12 mm. Det er viktig at alt materiale varmes opp til korrekt temperatur og at det finnes tilstrekkelig måleutstyr for å registrere hygieniseringen. Vanligvis skjer hygieniseringen satsvis slik at man er sikret at alt avfall blir hygienisert ved 70° C. Energien gjenvinnes da i en etterfølgende varmeveksler. Hygieniseringen skal gjøres i en separat hygieniseringsenhet, dvs. ikke i reaktoren. Det er imidlertid noen unntak fra denne hovedregelen. Om det bare er husdyrgjødsel som skal behandles i reaktoren er det ikke nødvendig med en forutgående hygienisering.

1.3.4 Økologisk driftsmiddel

Tungmetaller:

Det er egne regler for bruk av biogjødsel i økologisk jordbruk. Disse er å lese i [økologiforskriften](#):

Mer utfyllende informasjon om økologiske driftsmidler finner du på Debios hjemmesider i [Veileder B](#) som inneholder utfyllende informasjon om økologisk produksjon.

I Veileder B side 46 er det listet opp maksimalt innhold i mg/kg tørrstoff av tungmetaller i vegetabilsk eller animalsk kildesortert husholdningsavfall. All bruk av organiske, ikke-økologiske gjødselmidler er restriksjonsbelagt og må betraktes som konvensjonell gjødselandel.

Det er verdt å merke seg at disse kravene ikke harmonerer med tilsvarende krav til organiske gjødselmidler i [Gjødselvareforskriften](#).

Tungmetaller

Kvalitetsklasse Mg/kg tørrstoff	0	Økologisk	1	2	3
Kadmium, (Cd)	0,4	0,7	0,8	2	5
Bly (Pb)	40	45	60	80	200
Kvikksølv (Hg)	0,2	0,4	0,6	3	5
Nikkel (Ni)	20	25	30	50	80
Sink (Zn)	150	200	400	800	1500
Kobber (Cu)	50	70	150	650	1000
Krom (Cr)	50	70	60	100	150

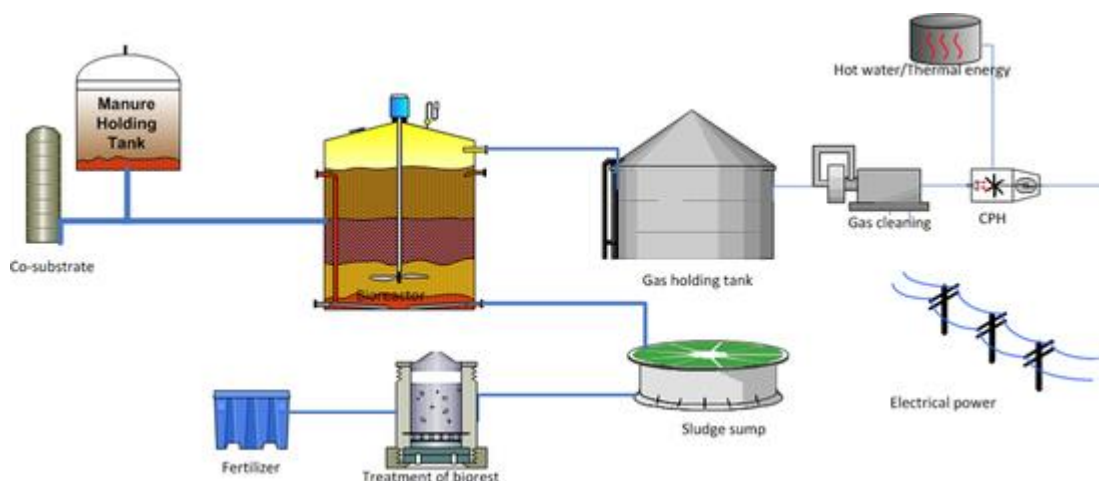
Legg merke til at kravet til kvalitetsklasse 0 i gjødselvareforskriften for mange av stoffene er strengere enn i økologiforskriften. Gjødselvareforskriften er for tiden (jan 2015) til revidering i Landbruks og Matdepartementet (LMD).

1.3.5 Kildesortert avfall fra storkjøkken og hoteller

Kildesortert husholdningsavfall fra storkjøkken og hoteller kan inngå som råvare for å framstille biogass. I henhold til vedtak i Mattilsynet i september 2013 kan denne type avfall nå også kan inngå som råvare i biogassanlegg som ønsker å selge produkter til bønder med økologisk produksjon. Men det må fortsatt søkes om dispensasjon for å bruke biogjødsel i økologisk dyrking.

2. Teknisk anlegg

2.1 Type anlegg og prinsipper



Figur 2; Skjematisk framstilling av et biogassanlegg. Figur fra; <http://www.ps-con.no/BIOGASS>

Et biogassanlegg fungerer i prinsippet som en kumage, hvor organisk materiale brytes ned til metan og CO₂. På grunn av dette omtales et biogassanlegg noen ganger som en jernku.

For oppstart av et biogassanlegg er det avgjørende at det er en bakteriekultur til stede for å starte nedbrytningen av det organiske råstoffet. Hvis husdyrgjødsel fra ku blir brukt som råstoff til anlegget, vil det allerede være egnede bakterier til stede som trengs for å produsere biogassen. Hvis biogassanlegget er basert på andre råstoffer som f.eks. jordbruksvekster, er det helt nødvendig at det brukes en kultur med bakterier som tilsettes for å starte prosessen.

Biogassanlegg kan enten være satsvise eller kontinuerlige anlegg, hvorav de kontinuerlige er mest vanlig i dag. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) på Ås har sammen med Cambi utviklet en prosess som kan gjøre det mulig å produsere mye større mengder biogass fra biomasse. Biomassen gjennomgår først en dampeksplasjon som er en type forbehandling som gjør at det blir lettere for mikrobene å lage biogass av biomassen. I anlegget blir biomassen varmet opp til mellom 170 og 230 grader, og settes under høyt trykk. En momentan endring fra svært høyt til svært lavt trykk river fibrene i biomassen fra hverandre. Denne metoden brukes i dag som forbehandling også i flere store kontinuerlige anlegg (bl.a. [Romerike Biogassanlegg](#)). Cambi har estimert at 2-3 prosent av energiinnholdet i den produserte biogassen går med til å lage damp til forbehandlingsprosessen.

Et annet spennende biogassanlegg er [anlegget på Tingvoll gard](#) på Nordmøre som ble igangsatt i 2011. Anlegget består av en mixetank før massen ledes inn i to 35m³ rånetanker i glassfiber som kjøres parallelt. Massen i tankene varmes og blandes uten mekaniske deler og omrøres ved

rundpumping av substrat eller ved hjelp av at noe av gassen i systemet brukes sammen med substratet.

Et biogassanlegg består normalt av følgende deler:

1) Forlager (blandetank)

Før råstoffet går inn i biogassreaktoren, går det gjennom et forlager. Hvis det brukes ulike råstoffer kan det være flere lagertanker før råstoffene i riktig forhold blandes i selve biogassreaktoren. Hvis f.eks. matavfall brukes som råstoff vil det normalt brukes en kvern for å male opp råstoffet til <12 mm før det går inn i selve biogassreaktoren. En blandingstank er ofte nødvendig for å få en homogen blanding med rett temperatur som tilføres reaktoren.

2) Biogassreaktor

Biogass produseres gjennom nedbrytning av biologisk materiale uten tilgang på oksygen. Prosessen foregår ved at bakterier bryter ned biomassen. Dette er mye av de samme bakteriene som finnes i vanlig fordøyelse hos drøvtyggere. Prosessen foregår normalt best ved en temperatur enten på omtrent 37°C (mesofilt anlegg) eller 55°C (termofilt anlegg).

Ettersom biogassanlegg skal ha en driftstemperatur for å fungere optimalt, må noen av energien som produseres fra forbrenning av biogassen føres tilbake for at anlegget skal holde ønsket temperatur. I kalde perioder om vinteren kan varmebehovet for å beholde ønsket driftstemperatur være betydelig. Det har dessverre skjedd for et fåtall anlegg at mesteparten av den produserte energien har måtte brukes til å beholde driftstemperatur i anlegget. Hvis det tas nødvendige hensyn med tilstrekkelig isolering av tanken ved bygging av anlegget, kan mengden varme som må tilbakeføres til tanken reduseres betydelig. Tap til oppvarming av reaktoren er størst for små anlegg ettersom overflaten av tanken da blir relativt større i forhold til volum med råmateriale i tanken.

Selve biogassreaktoren bør i vårt klima være godt isolert (20 cm isolasjon) for å hindre at det må brukes for mye energi til å holde riktig temperatur. For å holde den på rett temperatur er det normalt lagt vannbåren varmerør i bunnen, og noen ganger også i sidene på reaktoren. Bunnen må selvsagt være ekstra godt isolert og forsterket for å greie tyngden. Som en sikkerhetsanordning, skal det under tanken være en tetningsduk laget som en beholder som kan fange opp eventuelle lekkasjer fra tanken. Det er normalt omrøring i tanken med enten en propell, pumpe eller med hjelp av luft.



Figur 1: Biogassreaktor i biogassanlegg ved Østersund.

3) Gassrensesystem

Etter at gassen har forlatt reaktoren må, kondensvann tappes ut i kondensfeller på ledningens lavpunkter. Nærmest reaktoren bør det i tillegg være en stor kondensfelle på gassledningen som kan ta imot skum fra anlegget slik at dette ikke trenger ut i rørsystemet. Før biogassen brennes må den renses for blant annet SO_2 , CO_2 , og vanndamp. Rensesystemet er normalt inkludert som en del av anlegget (se mer om bruk av biogass side 24 -26).



Figur 2: System for rensing av biogass. Systemet kommer ferdig i containerløsning.

4) Gassmotor/ brenner

Hvis det skal produseres strøm gjøres dette gjennom en gassmotor eller turbin (kalt Combined Heat and Power, CHP). Hvis det ikke skal produseres strøm, brukes en gassbrenner som produserer vannbåren varme.

5) Lagertank for biogjødsel

For å ha biogjødsel lett tilgjengelig på gården f.eks. i våronna, må man ha et lager på gården sentralt plassert (NB tilgjengelig med tankbil) og tilpasset det arealet man ønsker å gjødsle. Det er mange forskjellige typer lager og det henvises her til en oversikt fra [Avfall Sverige](#) om temaet.

Biogjødsel vil fortsatt kunne inneholde noe ikke nedbrutte substanser som kan fortsette å gjære i lagringstanken. Dette må unngås enten ved å kjøle ned biogjødsel (ca 18 grader) umiddelbart etter at den forlater reaktoren eller ved en kontrollert ettergjæring i lageret som da også må være overdekket for oppsamling av gass.

Biogjødsel må spres på jorde ved behov for gjødsling (vår og sommer). Dette fører til at biogjødsel som produseres om senhøsten og vinteren må lagres for å kunne spres når det skal gjødsles. Ettersom biogjødsel har et stort vanninnhold, vil det være betydelige volumer som må lagres. Det er anbefalt, og sannsynlig at det vil komme krav om, at lagertanken er dekket. Dette fordi det fortsatt vil produseres noe metan, som er en klimagass, etter gjødsel har vært gjennom biogassreaktoren.



Figur 3: lagertank for biogjødsel.

Granulater Telemark reaktor

Når materiale tappes ut av en biogassreaktor vil noe av bakteriene i reaktoren følge med til lagertanken. For å unngå dette holder Høyskolen i Telemark på å utvikle en type biogassreaktor hvor bakteriene er i granuler (små kuler). Det vil da ikke følge med bakterier når materiale tappes ut av biogassreaktoren, ettersom de vil bli igjen i granulaten.

Målet med utviklingen av denne reaktortypen er at oppholdstiden kan gjøres betydelig kortere, noe som igjen vil gi betydelig mindre reaktorer. Målet er at dette skal resultere i at anleggskostnadene reduseres til under halvparten av hva biogassanlegg koster i dag. Anleggene vil være for små gårdsbaserte anlegg. Se: [Telemarkreaktoren](#).

2.2 Energibalanse

For å drive et biogassanlegg må noe av den produserte energien brukes for å holde anlegget i gang:

- Elektrisitet til pumper, oppmaling av råvarer, vifter, omrøring, styresystemer etc.
- Oppvarming for å holde rett temperatur i reaktoren
- Transport av råvarer/biogjødsel – også til og fra anlegget

For å unngå at betydelige mengder av energien som produseres må brukes for å holde anlegget gående, spesielt om vinteren, bør spesielt små anlegg isoleres tilstrekkelig. Å beregne anleggets totale energieffektivitet er krevende og må gjøres av eksperter. Tel-Tek ved Universitetet i Telemark i Porsgrunn har gjort en del studier på dette feltet, og vi kan f.eks. vise til et [doktorgradsarbeid](#) av Finn Aakre Haugen. (Optimal Design, Operation and Control of an Anaerobic Digestion Reactor).



3. Drift, vedlikehold og sikkerhet

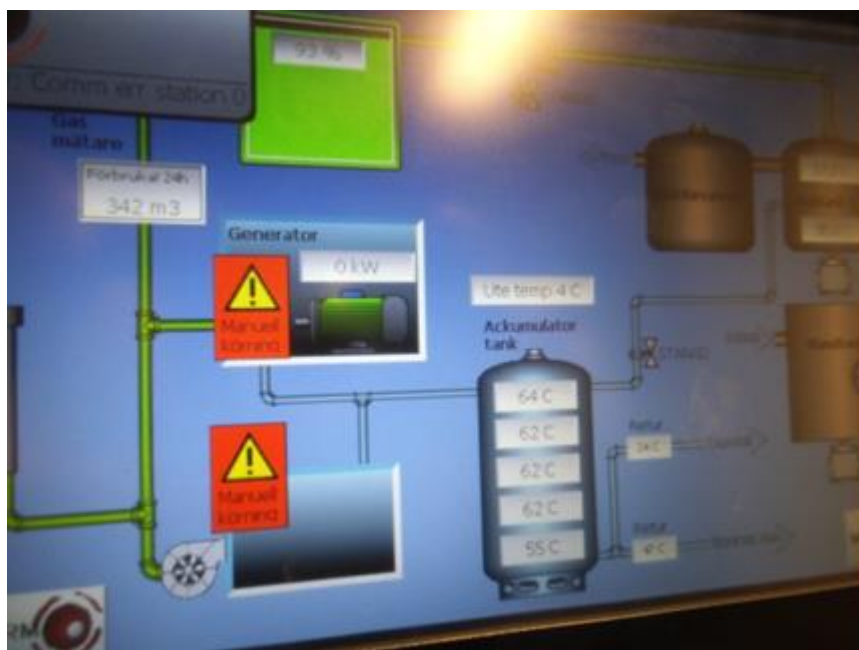
3.1 Drift

Når et biogassanlegg er i stabil drift krever det normalt kun rutinemessig ettersyn.

For å sikre stabil drift må tilsetting av ny råvare til reaktoren skje svært sakte og gradvis.

3.2 Vedlikehold og ettersyn

Styringssystemet i et biogassanlegg blir normalt koblet opp mot hjemme- pc og mobil, slik at det ikke er nødvendig å besøke anlegget fysisk for å følge driftsforholdene. Det er vanlig å koble alarm opp mot mobilen.



Figur 4: Styringspanel ved biogassanlegg.

Når et biogassanlegg er i stabil drift vil det fungere automatisk med noe daglig ettersyn. Tabellen viser rutineene som gjelder for ettersyn på gårdsbiogassanlegget på Tomb landbrukskole i Østfold. Den viser hva som må etterses og med hvilke intervaller dette må gjøres. Anlegget på Tomb produserer kun varme, og har derfor ikke motor eller gassturbin. Det er vanlig å koble varsling opp mot mobiltelefonen.

3.2.1 Internkontroll for Biogassanlegget

Tomb Jordbrukskole bruker i dag denne sjekklista for sitt biogassanlegg.

	Sjekkpunkt	Daglig	Ukentlig	Månedlig	Ved behov	Årlig	Ansvarlig
1	Notater om drift til loggbok om sjekkpunkter	x					
2	Vannlås rundt reaktor	x					
3	Varmeproduksjon	x					
4	Gassproduksjon	x					
5	Automatikk og pumping	x					
6	Gassalarm i konteiner	x					
7	Låsing av port og dør i gjerde	x					
8	Nivå i reaktor visuelt		x				
9	Varedeklarasjon av hvert lass biomasse		x				
10	Sjekk av drenering/ lekkasje til grunn			x			
11	Kontroll av blandeforhold biomasse og kumøkk			x			
12	Uttak av TS, VS og pH prøver før reaktor og i reaktor				x	x	
13	Uttak av gjødsleprøver i sluttlager				x	x	
14	Skadedyrtavtale				x	x	
15	Kontroll av gjerde					x	
16	El- tilsyn					x	
17	Brann-tilsyn					x	
18	Avlesning av energimåler	x				X	

Vedlegg angir detaljer i internkontrollen.

Ansvarlig for Biogassanlegget sørger for opplæring av driftspersonell, og at det til enhver tid er driftspersonell som følger opp anlegget minst en gang daglig fysisk. Og at driftspersonell har tilgang til fjernkontroll av anlegget via Pc.

Driftsansvarlig:

Dato:

3.3 Kvalitetsvurdering/dokumentasjon/driftsmanual

Tomb Jordbruksskole har i tillegg utarbeidet følgende vedlegg til internkontrollen som er å regne som instruks for driftspersonell:

1	Alle endringer og avvik føres i datologgen.
2	Nivåkontroll, ca. 10 cm over "leppe" i vannlåsen, etterfyll ved behov. Frostkontroll i vinterhalvåret.
3	Sjekk at brenneren går og at temperatur er ca. 80 grader. Trykk på vannsløyfe ca. 1,5 bar.
4	Gasstrykket bør ikke være under minus 2 og over 8 i lengre tid.
5	Nivå i reaktorer har max nivå på 100 % og temperatur på 37 grader
6	Nullstille og feilsøke
7	Anlegget skal til enhver tid være avlåst.
8	Automatikk viser 100 % i reaktor når det er ca. 50 cm igjen til toppen i reaktoren. Er det over 100 % må det pumpes ut manuelt.
9	Ved mottak av biomasse skal instruks for inn pumping følges, og varedeklarasjon settes i permenn.
10	Ta ut vannprøver av inspeksjonskummer for drenering rundt anlegget. Ved mistanke om lekkasje skal prøver sendes inn for analyse.
11	Mål mengde møkk i døgnet, og kontroller mot mengde biomasse i døgnet.
12	Prøver som tas ut analyseres av UMB, Eurofins eller lignende
13	Tas ut i mars. Sluttlager må røres opp før prøvetaking. Analyseres For N, P, K, TS, Salmonella, E-coli, Tungmetaller i henhold til gjødselvereforskriften.
14	Anlegges sikres mot skadedyr, dette er en del av hele Tomb sin avtale hos skadedyr firma.
15	Sjekk at gjerder er hele og at porter dører lar seg låse.
16	El- tilsyn gjennom føres i henhold til avtale som Tomb har med ekstern kontrollør.
17	Energi produksjon totalt for anlegget, og energi mengde som er levert noteres og leveres til regnskaps avdeling.

3.4 Sikkerhet, brann, eksplosjonsfare, HMS

Gassen i et biogassanlegg skaper trykk i lagertanken, er brennbar og kan føre til eksplosjon ved feil behandling eller uhell. Biogass består av en stor andel metan som er en luktfri, fargeløs og svært brennbar gass. Metan er lettere enn luft, og vil dermed normalt stige opp. Den andre gassen som til stor grad utgjør biogass er karbondioksyd, CO₂. Vær oppmerksom på at biogassen i enkelte tilfelle og blandinger også kan være tyngre enn luft og derfor ligge langs gulvet.

Biogassen vil også inneholde noe hydrogensulfid (H₂S), som er en fargeløs giftig gass, tyngre enn luft. Med de konsentrasjonene av hydrogensulfid som er vanlig i biogass vil luktesansen bli lammet. Hvis en person går inn i et rom fylt med biogass, er det stor sjanse for at vedkommende ikke merker det, med resultat at det pustes inn for mye hydrogensulfid. Dette kan føre til at man svimer av. For å unngå disse problemene er det nødvendig med lufting og gassensorer for å oppdage eventuelle lekkasjer.

Når biogass dannes i reaktoren vil den skape et trykk. Ved siden av at biogassen er brennbar, medfører dette en potensiell risiko for eksplosjon og brann. Drift av biogassanlegg er regulert etter "[Forskrift om håndtering av farlig stoff](#)" og biogassanlegg er meldepliktige. Før anlegget tas i bruk må det sendes inn melding til Direktoratet for Samfunnssikkerhet og beredskap.

Hvis det planlegges å sende biogassen som produseres inn i et gassnett, er det minimumskrav for innholdet av CO₂ og H₂S.

Direktoratet for brann og eksplosjonsvern (DBE) utga i 2010 en [veiledning om biogassanlegg](#). Forskrift om brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff, samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen trådte i kraft 8.juni 2009. I forbindelse med innføring av ny forskrift skal gamle veiledninger/temaveiledninger revideres og utgis på nytt. DSB har nå utgitt en ny [temaveiledning](#) om tilvirkning og behandling av farlig stoff, denne vil blant annet være rettet mot biogassanlegg.

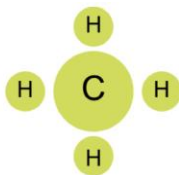
Hensikten med denne temaveiledningen er først og fremst å gi anvisninger på hvordan forskrift om håndtering av farlig stoff kan tilfredsstilles når det gjelder krav til prosjektering, konstruksjon, produksjon, omsetning, installasjon, drift, endring, reparasjon, vedlikehold og kontroll av prosessanlegg og biogassanlegg.

Risikobedømmelse

For å minimalisere risikoen for ulykker ved drift av biogassanlegg må det følges fastlagte prosedyrer før anlegget kan bygges. Dette består av;

- identifisering av risiko ved anlegget samt potensielt skade som kan oppstå
- risikosannsynlighet, inkludert en bedømmelse av konsekvensene ved et uhell
- risikovurdering som inkluderer en vurdering av både risiko og sannsynlighet. Hva kan gjøres for å redusere disse to faktorene? Er resultatet akseptabelt (liten risiko – lite skadeomfang), så er man på trygg grunn.

Det første skrittet er å identifisere alle potensielle risikoer ved drift av biogassanlegg og hvilken skade som kan forventes. I det neste steget vurderes sannsynligheten for de ulike hendelsene. I det tredje steget ses sannsynligheten for de ulike hendelsene i sammenheng med konsekvensene av dem. På bakgrunn av dette vurderes om risikoene er akseptable eller ikke. Hvis konklusjonen er at risikoene er for store må nødvendige tiltak gjennomføres. Husk også å ta med graden av usikkerhet i vurderingene. Mye usikkerhet kan ses bort fra dersom dine vurderinger baserer seg på godkjente tekniske normer og standarder. Hvis usikkerhetene er for store skal en mer omfattende analyse gjennomføres.



4. Anvendelse av sluttprodukt

4.1 Biogass

Sluttproduktet i den anaerobe prosessen er den svært brennbare gassen metan, CH₄ som når den forlater biogassreaktoren som biogass er oppblandet med vanndamp, karbondioksyd, svoveldioksyd mm. Vær oppmerksom på svovelinnholdet i biogassen kan være skadelig for en forbrenningsmotor og derfor må fjernes. Før anvendelse av gassen, er det ofte nødvendig med en eller annen form for rensing. Vanligvis er det påkrevet både å tørkes, rense og filtrere gassen før den kan benyttes til energiformål, og brennverdi og egenvekt kan variere noe. For at biogassen miljøvennlig og effektivt kan utnyttes som energikilde og dermed brukes som drivstoff i en forbrenningsmotor, må den løftes til en kvalitet som er mest mulig lik naturgass. I dag er denne løsningen dessverre såpass dyr at det ikke er aktuelt for et gårdsbiogassanlegg. Biogassen kan betraktes som en blandet gass som er mettet med vanndamp og inneholder i ubehandlet tilstand diverse skadelige "sporstoffer" (H₂S, NH₃, Si-, Cl- og F-forbindelser alt etter avfallets opprinnelse).

Selv i Norge kan det ofte være problematisk å finne avsetning for denne varmen, særlig på sommeren (se f.eks. prosjekt om [vurdering av avsetningsmuligheter](#) på Landbruksdirektoratets hjemmeside). Den enkleste måten å utnytte biogassen på er etter en billig og enkel rensing å brenne den direkte for å produsere varmt vann som kan brukes til oppvarming. Se eks: [Tomb Landbruksskole](#)

Gasstrykket i reaktoren er oftest lavt (< 0,5 bar) men i tilfelle av et for stort gasstrykk, skal alle anlegg være utstyrt med en fakingssikring som ikke slipper ut metangass til omgivelsene.

Ett av hovedproblemene er H₂S som er både giftig og ikke minst sterkt korrosiv sammen med vanndamp og derfor direkte skadelig for en forbrenningsmotor. CO₂ fjernes ganske enkelt med å vaske gassen i væske som dusjes mot gasstrømmen slik at væsken tar opp i seg ("absorberer") CO₂ fra biogassen. Det er også på trappene membran teknologi som slipper igjennom noen molekylstørrelser, f. eks CO₂ og holder tilbake andre, f. eks metan. Metoden har vært brukt lenge, og utviklingen har gått videre mot stadig mer avanserte membran- typer.

For nærmere litteratur om rensing av biogass, kan [SGC-rapport 2013:270](#) anbefales. En litt mindre rapport fra Biogass Østfold 2015 om rensing av biogass fra kloakkrensianlegg, finner du [her](#).

Biogassen kan tradisjonelt anvendes til tre ulike bruksområder:

- Strøm og varme
- Varme
- Drivstoff

Strøm og varme og drivstoff.

I en CHP (Combined Heat and Power) kan noe av den rensede gassens energiinnhold omdannes til elektrisitet (ca 30 – 40 % av energiinnholdet), mens resten blir varme (ca. 60 %). Når det produseres strøm og varme av biogassen gjøres dette gjennom å brenne gassen i en motor eller turbin. Fra motoren eller turbinen kan omtrent 1/3 av energien i gassen omdannes til elektrisk energi, resten blir til varme. Denne varmen kan hentes ut fra kjølesystemet på motoren og anvendes til oppvarming av f.eks. boliger med vannbåren varme i området.

Varme

Når det kun er ønskelig å produsere varme, brennes biogassen i en gassbrenner. All energien i gassen kan da utnyttes til oppvarming. For å få utnyttet varmen kreves det at det er avtaker(e) for varmen i nærområdet som har behov for varmen gjennom hele året. Dette er ikke en selvfølge at det er på mange gårdsbruk som ofte ligger noe isolert og mangler utbygget nett for vannbåren varme. Selv om det for øyeblikket ikke er varmebehov i nærområdet, kan varmen utnyttes til å satse på ny produksjon i nærområdet som krever varme. Eksempler på dette kan være drivhus, kyllingoppdrett eller algedyrking. For både drivhus og alger kan CO₂ fra forbrenning av biogassen tilføres for økt produksjon. CO₂ vil da også bindes opp i plantene som produseres.

Drivstoff

For at biogassen skal kunne brukes til drivstoff må den renses slik at den inneholder minst 97 % metan. Motorfabrikanter setter strenge krav til gassens renhet og egnethet for at garantien skal gjelde. Det er spesielt viktig å få ned innholdet av svovel som virker sterkt korrigerende på motordelene. Med dagens teknologi er det kostbart å rense biogassen til så høy renhet av metan for små anlegg. I større anlegg er det imidlertid nødvendig å rense gassen for å bruke den til drivstoff samt å etablere et lager og fyllestasjon for rensert biogass.

4.1.1 Eksempel på anvendelse for biogass.

I SLF prosjektet "Biogass i samdrifter" ble det gjort en undersøkelse av muligheten for å investere i biogassanlegg på store, norske samdrifter. Konklusjonen den gang (2013) var at under de rådende energipolitiske forhold, var det ikke lønnsomt selv på store norske gårdsbaserte biogassanlegg.

Det ble vurdert tre ulike anvendelsesområder for biogassen:

1. Produksjon av kun varme

Potensialet for å anvende varmen gjennom året i området rundt biogassanlegget ble vurdert. Dette inkluderer alle nåværende bygninger i rimelig nærhet fra anlegget i tillegg til at vi så på alternativ utnyttelse av varmen.

Inntektene for salg av varmen ble beregnet ut fra hvilke utgifter det i gjennomsnitt er for samdriftene i dag med strøm eller oljeoppvarming.

2. Produksjon av strøm og varme

Gjennom en gassmotor med generator, ofte kalt CHP (Combined Heat and Power), kan ca. 35 % av energien fra biogassen gjøres om til elektrisk energi. Resten av energien blir varme.

Det er mer lønnsomt å bruke strømmen internt enn å selge strømmen på nettet fordi det da ikke er utgifter til nettleie eller el. avgift. Det regnes dermed med at mest mulig av den produserte strømmen brukes internt, men resten selges for en lavere pris på nettet.



Figur 5: Gassmotor for å produsere strøm fra biogass.

3. Annen anvendelse av biogassen

Oppgradert biogass er egnet som drivstoff. Det ble gjort en generell vurdering av denne teknologien for samdriftene. For å få lønnsomhet i produksjon av drivstoff fra biogass med dagens teknologi er en avhengig av store anlegg.

For de fire samdriftene i prosjektet ble det også vurdert hvilke muligheter det er for å transportere biogassen i rørnett, enten til en sentral for oppgradering til drivstoff eller til steder i området med høy varmeutnyttelse.

4.2 Biogjødsel brukt som gjødselprodukt

Det næringsrike vannet som tappes av biogassanlegget – oftest i samme takt som nytt materiale mates inn – kalles biorest eller biogjødsel. Tørrstoffet i denne vandige massen kan ligge på fra 2 til 7 - 8 % og er et godt gjødselprodukt som pga. høyt vanninnhold virker raskt i bakken. Produktet inneholder mye vann og er kostbart å frakte. Vanligvis kan det fraktes i tankbil/vogn, eller det kan også pumpes i rør direkte ut til lagringstank nær et jorde. Det finnes flere eksempler på større anlegg som distribuerer biogjødselen ut til bønder gjennom nedgravde ledningsnett. (Se f.eks. anlegget til [NSR](#) i Sverige). Det vanligste og rimeligste er at biogjødselen avsettes direkte til bonden, men et anlegg som Romerike Biogjødsel har også investert i en sentrifuge og en avdamper som fjerner vann

så man sitter igjen med et konsentrert produkt (TS opp mot 25%) som da blir betegnet som et jordforbedringsmiddel siden mye av næringsstoffene var vannløste (CH_4^+) og forsvant i rejektivannet. Det er også mulig å øke TS innholdet i biogjødsel etter at det har kommet ut av reaktoren slik at mengden organisk materiale og innholdet av P i gjødsel økes betraktelig. Tekniske begrensninger ved spredemetoden vil sette grenser for hvor høyt TS kan økes.

Ved gjæringen i tanken omdannes mye av det karbonrike materialet til flyktig metangass og karbondioksyd som fjernes fra væsken. For hvert molekyl CH_4 og CO_2 som fjernes, reduseres mengden med tørrstoffet i væsken tilsvarende. Dermed øker også konsentrasjonen av gjenværende stoffer som f.eks. tungmetaller som ikke avgasses, men forblir bundet til det gjenværende tørrstoffet. Konsentrasjonen av både tungmetaller og andre stoffer vil derfor øke målt pr. kg tørrstoff. Det vil være samme mengde både av tungmetaller og næringsstoffer pr. volumenheter før og etter behandling.

Et av de viktigste argumentene for en storstilt satsing på biogasssteknologi i landbruket er at vi muliggjør at næringsstoffer fra storsamfunnet kommer inn i kretsløpet. Nitrogen og kalium i biogjødsel er hovedsakelig vannløst, mens fosforet finnes bundet til tørrstoffet. Høyt TS innhold gir derfor mer fosfor. Sammenliknet med husdyrgjødsel gir biogjødsel fra matavfall bedre N-virkning enn husdyrgjødsel, særlig fordi lett nedbrytbare organiske N-forbindelser omdannes til mineralisk N (NH_4^+). Det er også verdt å merke seg at ved spredning av biogjødsel har vi ikke de samme tapspostene som husdyrgjødsel.

4.2.1 Næringsinnhold

De viktigste næringsstoffene i biogjødsel er N (nitrogen), P (fosfor), og K (kalium) med noe innslag også av svovel. Vær oppmerksom på at innholdet vil variere med råvaren inn, og at nitrogen og kalium i hovedsak finnes vannløst, mens P i biogjødsel er mineralisk og bundet til tørrstoffet.

Gjødselvirkningen av N er noe redusert hvis man sammenlikner med tilsvarende mengde mineralisk N-gjødsel, mens gjødselvirkningen av P er god, på linje med husdyrgjødsel og mineralisk P-gjødsel. På konvensjonelle bruk kan det være aktuelt å supplere med mineralgjødsel for å dekke plantenes behov av andre næringsstoffer.

Biogjødsel med 2 – 4 % tørrstoff ligner mest på Yara Fullgjødsel 22-2-12/22-3-10, og grovt fortalt tilsvarer 5 tonn biogjødsel ca 50 kg fullgjødsel. Biogjødsel kan være eneste gjødsel til korn der P-AL i jorda er 7 eller høyere. Til grasdyrking er det større krav til kalium, samtidig som at P-AL tallene oftest er høye nok der det dyrkes gras. Der vil det være spørsmålet om hvor mye jorda kan bidra med av kalium som avgjør om biogjødsel er god nok. Uansett vil full gjødsling med biogjødsel alene gi et stort volum, og i praksis blir det mest aktuelt å bruke en midlere mengde biogjødsel og så supplere med en passe mengde mineralgjødsel; Fullgjødsel eller OPTI-NS avhengig av behovet for P og K.

For praktisk bruk/gjødslingsplanlegging må man gå ut fra analyse fra de respektive anlegg og gjødsel-fraksjoner. Erfaringsmessig får vi 70 – 80 % virkning av $\text{NH}_4\text{-N}$ i biogjødsel, enten den brukes i åpen åker eller på eng, og så komplettere gjødslingen med mineralgjødsel opp til det man mener arealet skal ha. Den gode virkningen på eng antar vi skyldes at gjødsel er tynn og lettflytende og trekker raskt ned i jorda, samtidig som at plantene allerede er i aktivitet og kan starte opptak.

4.2.2 Aktuelle vekster og kulturer.

Biogjødsel brukes i Norge helst på gras og korn. Ved en miljøvennlig slangespredning, kan biogjødsel nyttes både i korn og gras i våronna, like etter oppspiring i korn (NB da uten nedmolding), i høstkorn (høst og vår) og etter grasslått på eng. Det lette utstyret som nyttes ved slangespredning gjør det mulig også å spre selv om jorda ikke er helt lagelig.

Gjennom Avfall Norge [prosjektet](#) i regi av Norsk Landbruksrådgiving Romerike, har det vært anlagt flere forsøksfelt for bruk av biogjødsel. Resultater fra demoforsøkene med biorest til korn og eng viser at økende mengde biogjødsel har god gjødslingseffekt. I feltene med korn har leddene som ble gjødslet med ren mineralgjødsel kommet bedre ut enn leddene med kombinasjonen biorest og mineralgjødsel, og biogjødsel alene. Resultatene fra demoforsøkene kan tyde på at bruk av 70 % utnyttelse fremfor 85 % har gitt bedre resultater og derfor er mer riktig ved beregning i gjødslingsplan. Optimal næringstildeling med biogjødsel krever god kunnskap om innholdet av plantetilgjengelig nitrogen og hvor stor andel av dette som er plantenyttbart. Rask nedmolding er avgjørende for god utnyttelse av det plantetilgjengelige nitrogenet.

Lokale jordbunnsforhold har stor betydning for binding og frigjøring av nitrogen til plantene og kan være en stor kilde til feil og forskjeller.

Vi har liten tradisjon i Norge for å spre flytende organisk gjødsel etter at kornet har spirt. Med slepeslanger, som gir lite tilgrising av bladverk, og slangespreder som gir stor kapasitet er det fullt mulig å spre biorest også etter våronna med minimal jordpakking og skade på plantene. Man må regne med en lavere utnyttelse av nitrogenet ved sen spredning (ca 70 % av NH₄-N).

Merk at det er forbudt å bruke organisk gjødsel og jordforbedringsmidler som inneholder bearbejdede animalske proteiner på eng og beiteområder hvis grøden som dyrkes skal brukes som fôr til produksjonsdyr innen 21 dager

4.2.3 Spredning

Den våte delen med 2 – 3 % tørrstoff egner seg som nevnt godt til å benyttes alene eller- som også er blitt vanlig på flere husdyrbruk - innblanding i vanlig husdyrgjødsel for å fortynne denne. Ved spredning av biogjødsel har vi flere alternativer og det begynner å komme også en del norske erfaringer, se f.eks. denne [rapporten fra AvfallNorge](#).

Biogjødsel spres med tilsvarende utstyr som brukes for husdyrgjødsel. På våt mark kan det bli problemer med tung tankvogn. Hvis det er praktisk mulig blir det ofte anbefalt å bruke slangespreder ettersom marktrykket da blir betydelig mindre. Moderne utstyr til slangespredning blir nå mer og mer vanlig som et fleksibelt og miljøvennlig alternativ som ikke gir kjøreskader og ødelegger matjorda.



Figur 6: Spredning av biogjødsel med stripespreder med slange tilkoblet til lagertanken.

4.2.4 Avtaler og mottak

Det er meget viktig både for bonden og for biogassanlegget at det er en dokumentert og sikker avsetting av biogjødsel. Mange norske biogassanlegg har til nå ansett biogjødsel til å være verdiløs, men etter som vi nå har mer dyrkningserfaring med biogjødsel, kan den være svært gunstig å bruke. For husdyrløse økologiske bruk kan den være et svært velkomment driftsmiddel som ellers er vanskelig å få tak i når antall husdyrbruk, i alle fall på Østlandet, er i sterk tilbakegang. Gjennom prosjektet [Greve biogass](#) er det utviklet ett sett med avtaler, både mellom bonde og biogassanlegg om bruk av biogjødsel og mellom bonde og biogassanlegg om leveranse av husdyrgjødsel til anlegget. Se nærmere om her hvis du vil vite mer om [disse avtalene](#).



5. Økonomi/støtteordninger

5.1 Lønnsomhet

For små biogassanlegg i hovedsak basert på husdyrgjødsel, er den største utfordringen å få ned investeringskostnaden til selve anlegget. For å bygge et gårdsbasert biogassanlegg i dag ligger kostnadene på i overkant av 3 mill. NOK. Innovasjon Norge kan søkes om en investeringsstøtte på inntil 45 % av kostnadene til anlegget.

Det pågår imidlertid prosjekter for å konstruere billigere anlegg som kan redusere investeringskostnadene til omtrent 1 mill. NOK. Blant annet Høyskolen i Telemark arbeider med dette. (referanse/link).

Den viktigste inntektskilden fra et biogassanlegg er salg av energi. Lønnsomheten ved anlegget øker betraktelig hvis gården selv kan bruke mesteparten av energien som produseres. Kostnadene til gården kan da bli redusert med reduserte energikostnader for strøm og nettleie. I mange beregninger av lønnsomhet for biogassanlegg, er ikke verdien av gjødseleffekten i biogjødsel tatt med i beregningene, mens i noen beregninger er dette lagt inn.

5.2 Støtteordninger/Innovasjon Norge

Innovasjon Norge kan søkes om å gi inntil 45 % [investeringsstøtte](#) for etablering av biogassanlegg. Innovasjon Norge har også støtteordninger for forstudier. Det kan gis 50 % støtte, inntil 50 000 kr. Det forutsettes at egeninnsats fra søker ikke overstiger 50 % av godkjente kostnader. Ordningen gjelder prosjekter som kan munne ut i anlegg i den størrelse og type som er aktuelt for investeringstilskudd fra bioenergiprogrammet. Det kan i tillegg søkes om støtte til forstudier. Dette kan støttes med 50 % av kostnadene opp til 150 000 kr.

Landbruksdirektoratet (tidligere SLF) kan tildele [midler](#) til kompetanse og utredning innenfor program for klimatiltak i Landbruket. IN vil under behandling av søknader innunder klimatiltak i landbruket ha en tett dialog med SLF.

Fra 1.1 2015 gis det nå [støtte](#) på 30 kr. per tonn husdyrgjødsel, når gjødsla anvendes i et biogassanlegg.

Hvis det produseres strøm fra biogassanlegget kan det også gis støtte gjennom [grønne sertifikater](#). Det har vært litt tvil om det både kan gis støtte til grønne sertifikater (driftsstøtte) og investeringsstøtte (Enova/Innovasjon Norge), men vi mener det må være tilfelle.

5.3 Kalkyler

Det er mange forhold som påvirker lønnsomheten i produksjon av biogass:

- Pris på produsert energi
- Fordeling mellom energi til eget bruk og salg av energi
- Hvor stort og hvor kostbart anlegget er
- Investering og kapitalkostnad
- Inntekter eller kostnader for råvarer
- Gassutbytte pr. m³ råmateriale
- Gassutbytte pr. m³ reaktor

For å oppnå lønnsomhet er det viktig at hele energimengden som produseres kan benyttes, inkludert varmen som produseres av biogassanlegget. Det er derfor i tillegg viktig å undersøke:

- Er det andre muligheter for råmaterialer i nærområdet. F.eks. husdyrgjødsel fra andre gårder, aktuelle leverandører av matavfall etc. avfall fra jord- og skogbruksproduksjon, næringsmiddelindustri, butikkavfall, hotell/restaurant
- Er det behov for all energien som produseres selv? Er det andre avtagere av varme i nærområdet.
- Behov for biogjødsel, skaff oversikt over potensielle andre brukere.

Den viktigste inntektskilden for et biogassanlegg vil være fra energien det produserer. Lønnsomheten vil bedres betydelig hvis energien brukes lokalt, ettersom kostnader for nettleie da forsvinner.

En viktig inntektskilde er også den støtten som gis per mengde husdyrgjødsel som behandles i et biogassanlegg. Ettersom det fra lagring av husdyrgjødsel vil slippes ut store mengder metangass (klimagass) om husdyrgjødsel ikke behandles i biogassanlegg. Denne støtten er nå på 15 kroner per tonn husdyrgjødsel som behandles i anlegget.

I tabellen på neste side er et eksempel for inntektene for et biogassanlegg hvor i all hovedsak kugjødsel fra egen besetning er råstoffet. For et større gårdsbruk vil råstoffmengden, og dermed inntektene øke. Anleggskostnadene vil imidlertid ikke øke tilsvarende, ettersom et mindre anlegg vil trenge de samme delene som et mindre.

Tabell 2: Estimerte inntekter for et potensielt biogassanlegg ved en melkegård som produser ca. 450 000 liter melk årlig. Anlegget bruker kun eget kugjødsel som råstoff. Tabellen viser lønnsomheten når det produserer en kombinasjon av strøm og varme. NB

Inntekter	Mengde	å-pris	
Salg av el til nett	0 kWh	0,30 kr	0 kr
Salg av el internt	77 000 kWh	0,80 kr	61 600 kr
Salg av el-sertifikat	77 000 kWh	0,20 kr	15 400 kr
Intern bruk av varme	68 000 kWh	0,75 kr	51 000 kr
Ikke utnyttbar varme	0 kWh	0 kr	0 kr
Støtte bruk av husdyrgjødsel	2 700 Tonn	15 kr	40 500 kr
Verdiøkning biogjødsel	5 856 Tonn	0 kr	0 kr
Salg av biogjødsel/vekstnæring	X Tonn av 5 856 Tonn	0 kr	0 kr
Godtgj. for mottak av substrat ("gatefee")	0 Tonn	0 kr	0 kr
Sum			168 500 kr

Alternativt kan biogassanlegget kun produsere varme. Det blir da ikke nødvendig å investere i en motor for å produsere strøm. I motsetning til kombinasjonen strøm og varme vil lite av energien gå tapt. All energien som produseres kan utnyttes til oppvarming. Hvis det er et konstant varmebehov for all varmen gjennom hele året kan verdien av reduserte fyringsutgifter tilsvare;

$$178\,000 \text{ kWh} * 0,75 \text{ NOK/kWh} = 133\,500 \text{ NOK}$$

Dette er noe høyere enn energisalg med full utnyttelse og strøm varme i kombinasjon, som gir inntekter på 128 000 NOK. De høyere inntektene for kun varmeproduksjon kommer av at det ikke blir noe energi som forsvinner i motoren. En får utnyttet mer energi.

Den største utfordringen ved å få lønnsomhet for små gårdsbaserte anlegg er investeringsutgiftene ved bygging av anlegget. I fag er vanlig prisnivå for et slikt anlegg i størrelsesorden 4,5 til 3 millioner NOK. Innovasjon Norge støtter investeringskostnader for biogassanlegg med opptil 45 %.

Hvis hele investeringsbeløpet må lånes med en tilbakebetalingstid på 20 år og rente på 7 %, vil det for et anlegg som koster 4,5 millioner NOK, måtte betales omtrent 215 000 NOK årlig i nedbetaling av lånet. Da er investeringsstøtte fra Innovasjon Norge på 45 % tilsvarende 2 025 000 NOK medberegnet. Beløpet som må lånes blir da 2 475 000 NOK.

Som tabellen over viser vil inntektene for et småskala biogassanlegg ofte ligge på 150 000 til 200 000 NOK årlig. Nedbetalingene av lånet vil da bli større for små anlegg enn de totale inntektene.

Hvis investeringskostnadene for biogassanlegget er 3 millioner NOK, og forutsetningene ellers er som over, vil den årlige nedbetalingen av anlegget være på ca. 140 000 NOK. Dette vil fortsatt være en for

stor investeringskostnad for de fleste gårdsbruk som baserer seg på egen husdyrgjødsel som råstoff. Det vil også være betydelige driftskostnader.

Med investeringskostnader på 1,5 millioner NOK, vil de årlige tilbakebetalingene ligge på ca. 70 000 NOK. Hvis investeringskostnadene kommer ned mot dette, vil biogassanlegg vil svært interessant for mange gårdsbruk.

(Lønnsomhet Se også biogass gir energi til økologisk landbruk)



6. Lover og forskrifter

Ved planleggingen av et biogassanlegg lønner det seg alltid å ha fortløpende kontakt med teknisk etat i kommunen. I tabellen nedenfor vises til god dialog med alle offentlige myndigheter. Gjennom meldingen [Landbruk pluss](#) fra LMD og MD i 2005 gis det råd og føringer for hvordan plan- og bygningsloven kan brukes for tilrettelegging av ny landbrukstilknyttet næringsvirksomhet. Så lenge vi snakker om stedbunden næring, er det som regel enkelt å få godkjent dispensasjoner, i andre deler av kommunen må det stilles andre og strengere krav både til type tiltak og til plassering, størrelse og utforming av bygninger og anlegg. For eksempel vil det i områder med sårbart landskap og mange fredete eller verneverdige gårdstun måtte legges strengere restriksjoner enn i andre LNF-områder. Det generelle reguleringsplankravet i § 23 for større bygge- og anleggsarbeider gjelder også for landbruksvirksomhet. Det er kommunene som, ut fra en konkret vurdering av saken, må vurdere om et tiltak faller innenfor dette kravet.



7. Hvordan planlegge etablering av et biogassanlegg

I rapporten [skandinavisk biogasshåndbok](#) (2014) gis det en detaljert beskrivelse på en god planleggingsprosess dersom det skal etableres et biogassanlegg. Ikke minst avsetning av produktene er viktig, dersom ikke alt skal brukes på egen gård. Fra side 16 og utover redegjøres det for en fornuftig saksgang som innebærer kontakt med lokale myndigheter, miljømyndigheter og Direktoratet for brann og samfunnssikkerhet.

Trinn	Tiltak	Innhold
1	Forretningsplanlegging	Sett opp en forretningsplan for prosjektet beregnet på investorer og finansielle samarbeidspartnere (eks. bank). Husk: Finansiering, lønnsomhet, risikofaktorer, sårbarhetsanalyse, konkurrentanalyse
2	Dialog med offentlige myndigheter om ulike tillatelser	Lag en enkel beskrivelse av anlegget beregnet på investorer, finansierer, lokale politikere, naboer og andre lokale aktører. Vis til eksempel på tilsvarende anlegg.
3	Praktisk planlegging, utredning og detaljer	Lag et fullstendig prospekt med beskrivelse av input/output fra anlegget, teknologivalg, økonomi/lønnsomhet etc. beregnet på leverandører og mottakere av biogjødsel.
4	Dialog og kontrakt med leverandører av råmateriale	Sikre råvaretilgangen ved inngåelse av intensjonsavtale med leverandør av råvarer til anlegget
5	Dialog og kontrakt med mottakere av biogjødsel	Sikre avsetningen av biogjødsel ved inngåelse av intensjonsavtale med mottakere av biogjødsel fra anlegget
6	Planlegging og dialog om salg av biogass	Sikre avsetningen av biogass ved inngåelse av intensjonsavtale med mottaker av biogass fra anlegget. Vis produksjonsdetaljer, volumer og leveranseplan.
7	Dialog med lokale aktører (naboer, transportører mm)	Sikre deg hele tiden god dialog med andre grupper som vil bli berørt av anlegget
8	Start arbeid med godkjenning og søknadsskriving	Viktige aktører: Mattilsynet i din region, Direktoratet for Samfunnssikkerhet (DSB) og lokale myndigheter
9	Fullstendig beskrivelse, prosjektering	Fullstendig teknisk beskrivelse og tekniske tegninger beregnet på leverandører av utstyr og entreprenører som grunnlag for innhenting av tilbud på leveranser og kjøp av tjenester
10	Tillatelser	Sikre deg at alle tillatelser er på plass før du starter opp.

På side 20 listes opp alle avtaler/kontrakter som bør inngås allerede på planleggingsstadiet, helt fra råvareforsyning til byggekontrakter.

Type avtale	Partnere	Når	Merknad
Leveranse av biomasse	Bønder, kommuner, avfallsselskaper, industri	En intensjonsavtale bør foreligge tidlig i prosessen	Ulike aktøravtaler fra alle leverandører av biomasse til anlegget. Prisen må reflekteres i TS for varen. Lagring og tidspunkt for leveranse gjennom hele året må inngå.
Gassalg	Kjøper av gass, oppgradering eller distribusjon	En intensjonsavtale bør foreligge tidlig i prosessen	Sett standard for kvaliteten på gassen som prismessig linkes f.eks. til prisen på naturgass. Sjekk ut om grønne sertifikater.
Salg av el (plusskunde)	Nett/energisekskap	Lovbestemt	Bygger ofte på standard avtaler.
Varmesalg	Fjernvarmeselskap	Tidlig i prosessen. Varme er ofte vanskeligst å få solgt og dyrt å transportere. Plasser anlegg der varme kan selges.	Pris for varme varierer stort, Finn en index å relatere den til. Eks strøm/olje/pellets
Salg av biogjødsel	bønder	Avklar om gården kan spre biogjødsel og hvor mye anbefales	Bli enige om detaljer om produktdeklarasjon mtp næringsinnhold, og TS. Undersøk lagringsmulighetene og tidspunkt for leveranse. Unngå råvarer og biogjødsel med høyt vanninnhold. Kostbar frakt.
Finansielle avtaler	Banker, finansinstitusjoner krever en gjennomarbeidet forretningsplan	Kan være nødvendig med en foreløpig og en endelig avtale avhengig av hvordan byggeprosessen forløper.	En offentlig garanti (kommunen?) styrker prosjektet
Avtale om offentlig støtte	Enova/Innovasjon Norge	Investeringsstøtte søkes før investeringen gjøres. Produksjonsstøtte søkes i forkant av produksjonsstart.	
Sikre deg et egnet byggested.	grunneier	Forhåndsavtale før planleggingen starter. Hold tett kontakt med bygningsmyndighetene.	Dette kan bli dyrt, så vær oppmerksom
Bestillingsordre	Entreprenør/leverandør	Alle innkjøp gjøres når behovet oppstår	En intensjonsavtale bør foreligge tidlig i prosessen

I en [rapport](#) fra Biogass Østfold redegjøres det nærmere for muligheten til å etablere et lønnsomt biogassanlegg i Østfold der bl.a. eierskap til gårdsbiogassanlegg som finansieres med tilskudd fra Innovasjon Norge blir omtalt.

For å spre risiko og kapitalbelastning kan det være hensiktsmessig at man inviterer også andre med på eiersiden. Dersom andre enn bønder, for eksempel energiselskap eller kommuner skal inn på eiersiden i et gårdsbiogassanlegg, bør bøndene eie minimum 51 % av aksjene. Denne bestemmelsen kan i noen tilfeller komme i konflikt med eierpolitikken til samarbeidspartnere. Østfold Energi har for eksempel en bestemmelse om at de skal ha aksjemajoriteten i samarbeidsprosjekt.

En helhetlig planlegging er erfaringsmessig nødvendig for en god flyt i biogassanleggets driftsår. Før anlegget blir bygd er det viktig å ha den helhetlige strukturen på plass, tenk igjennom hvilke utfordringer du vil møte på og prøv å løse dem på forhånd.

Ved å tilsette alternative råvarer (i tillegg til husdyrgjødsel), slik som matavfall fra storkjøkken, næringsmiddelindustri eller slakteriavfall, vil gassutbyttet øke. Slikt avfall er mindre bearbeidet og virker positivt inn på biogassprosessen, i tillegg får man betalt for å ta det imot. På biogasslabben på NMBU i Ås kan man teste ut hvilke råvareblandinger som vil gi best gassutbytte. Gjennom bioenergiprogrammet, forvaltet av Innovasjon Norge, kan man få støtte til å ta slike tester.

Transport av biorest er en av tingene som erfaringsmessig er vanskelig, ved transport på offentlig og kommunal vei vil brukere av vei ha motsigelser mot gjødsel i veibane, i tillegg kan det bli bøtelagt. Det å unngå unødvendig transport på vei er i de aller fleste tilfeller mest hensiktsmessig. Ved å anlegge kummer hos naboer for mottak av biorest kan transport gjøres i god tid før våronna og frigjøre deg for unødvendige heftelser, i tillegg til at du slipper ekstra lagertank på egen gård. En annen transportmulighet er å anlegge rørledning for pumping av biorest til naboer, dette er en rimelig og tidsbesparende løsning som bør benyttes der det ligger til rette for det. Om det er muligheter for å samarbeide om spredning av biorest bør dette vurderes.

Det er i tillegg viktig å lage gode avtaler, med leverandører av råvarene, mottakere av biorest og eventuelt mottakere av varme/elektrisitet/gass. Gode avtaler gir anlegget en bedre forutsigbarhet. Gårdens behov for varme/elektrisitet bør kartlegges, får man ikke brukt opp all gassen selv kan man selge energi til naboer, ut på nett eller selge gass i form av drivstoff.



8. Referanser

Generelt

Gårdsbiogashandbok (Sverige), Rapport SGC 206, April 2009; Kjell Christensson, Lovisa Björnsson, Stefan Dahlgren, Peter Eriksson, Mikael Lantz, Johanna Lindstrøm, Maria Mickelåker, Håkan Anderson; <http://www.sgc.se/ckfinder/userfiles/files/SGC206.pdf>

Klimatiltak i jordbruket, behandling av husdyrgjødsel og våtorganisk avfall med biogassanlegg. 1. Utgave, Tormod Briseid, John Morken og Arne Grønlund, Bioforsk rapport Vol. 5 Nr. 2 2010; <http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/64716/Klimatiltak%20i%20jordbruket%20-%20Biogass.pdf>

Kogebog for etablering af biogasanlæg (Dansk); 2012; Tybirk, K. (red.) 2012 Kogebog for etablering af biogasanlæg 2012. Agro Business Park/ Innovationsnetværket for Biomasse. September 2012 http://www.inbiom.dk/download/viden_biomasse/biogaskogebog_final_191012.pdf

Bioenergiportalen Sverige; Portal med flere linker til aktuelle nettsteder om bioenergi generelt og biogass spesielt; <http://www.bioenergiportalen.se/?p=1454&m=1379&page=biogas>

Fornybar.no; Norsk portal med linker til fornybar energi. <http://www.fornybar.no/prosjekteksempler/bioenergi/bioenergi---biogass-fra-bioavfall>

Internasjonalt

Danmark:

[Lemvig Biogasanlæg A.m.b.A.](#)

Lemvig Biogasanlæg er Danmarks største, termofile biogassanlegg. Anlegget har produsert biogass siden 1992 og utnytter i dag gylle fra ca. 75 husdyrbruk og omdanner dessuten avfall og restprodukter fra industriell produksjon til biogass. Biogassen kjøpes av lokale kraftvarmeverk, som i gassmotorer omsetter gassen til 26 millioner kWh-el om året. 26 millioner kWh-el dekker det årlige elforbruk for 17.000 mennesker.

Scandinavian Biogass Handbook utarbeidet av Anna Dorte Nørgaard and Knud Tybirk, Agro Business Park, Denmark: 2014; (på engelsk) Her finner du en grei oversikt over statusen på bioenergimarkedet i Norden pr. nov 2014.

http://www.inbiom.dk/download/viden_biomasse/scandinavian_biogas_handbook_web.pdf

IEA Bioenergy Task 37, Energy from biogas; Internasjonal forskersamarbeid om biogass hvor Norge deltar; <http://www.iea-biogas.net/>

The Biogas Handbook (må kjøpes); Stor faktabok om biogass (På engelsk); <http://www.iea-biogas.net/biogas-handbook.html>

Sustainable biogas production – A handbook for organic farmers, Florian Gerlach, Beatrice Grieb, Uli Zenger (FiBL), 2013; Tysk håndbok skrevet på engelsk om produksjon av biogass spesielt med vekt på økologisk drift.

http://www.sustaingas.eu/fileadmin/sustaingas/documents/handbook/SUSTAINGAS_handbook_EN.pdf

Nettportal med vekt på nyheter og informasjon om biogass, basert fra USA; <https://www.americanbiogascouncil.org/>

http://www.biogas-renewable-energy.info/biogas_composition.html

Bios bioenergy; Europeisk informasjonsside om biogass; <http://www.bios-bioenergy.at/en/electricity-from-biomass/biogas.html>

Biogas plant blog; Nettsted med mye vekt på småskalaløsninger, og enkle løsninger i utviklingsland; <http://bio-gas-plant.blogspot.no/>

Politiske

Stortingsmelding 39: Klimautfordringene: landbruket en del av løsningen; Regjeringen vedtok den 8. oktober 2014 en nasjonal biogasstrategi, strategien er ved linken under:

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/lmd/dok/regpubl/stmeld/2008-2009/stmeld-nr-39-2008-2009-.html?id=563671>

Fakta om biogass- Norsk kulturlandskap det nye gassfeltet, Bondelaget;

<http://www.bondelaget.no/getfile.php/Nettbutikk/Kunnskapsmaterieell/Biogass%20fakta.pdf>

Informasjonsbrosjyre om biogass fra LRF (svenske bondelaget)

<http://www.lrf.se/globalassets/dokument/mitt-lrf/bestall-material/energi/biogas-pa-garden.pdf>

Teknisk

Svensk Gasteknisk Center, SGC har en mengde rapporter om biogass:

<http://www.sgc.se/Publikationer/Rapporter/>

Råstoff

Potensialstudie for biogass i Norge: Østfoldforskning og UMB, Hanne Lerche Raadal, Vibeke Schakenda, John Morken, 2008; <http://ostfoldforskning.no/publikasjon/potensialstudie-for-biogass-i-norge-32.aspx>

Substrathandbok for biogasproduksjon, My Carlson, Martina Udal: Svensk Gasteknisk Center, Rapport SGC 200, 2009; <http://www.sgc.se/ckfinder/userfiles/files/SGC200.zip>

Biogass i Hordaland; <http://naturvernforbundet.no/getfile.php/Fylkeslag%20-%20Hordaland/Rapporter%20o.l./Biogass%20i%20Hordaland.pdf>

Økonomi

Innovasjon Norge, støtteordning;

<http://www.innovasjon Norge.no/no/finansiering/bioenergiprogrammet/>

Biogasportalen Sverige; linker til forutsetninger for å starte biogassanlegg i Sverige;

<http://www.biogasportalen.se/BliProducentAvBiogas/Ekonomi/Investeringskostnader>

Biogassproduksjon på basis av husdyrgjødsel – rammebetingelser, økonomi og virkemidler: Helge Berglann, Knut Krokann, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF), 2011;

https://www.slf.dep.no/no/miljo-og-okologisk/klima-og-miljo-programmet/prosjekter-stottet-inntil-2012/biogass/_attachment/13709?_ts=12efba83420

Bruk av biogjødsel

Avsetning av biogjødsel til landbruket, Christine Hvitsand, Bård Kleppe, Telemarksforskning, 2011;

<https://teora.hit.no/bitstream/handle/2282/1138/1924.pdf?sequence=1>

Biogass i Vestfold Et 12k – prosjekt; Industriell biogassproduksjon i Vestfold, Klimagassreduksjon ved å inkludere jordbruket, Vestfold Bondelag, Ivar Sørby, 2011; http://vestfold-energiforum.no/Energiforum/Internett/~/_media/B44A9E810F6B45E484F1A8CED2AAF376.ashx

Rapport U2010:11; Biogjødselhandbok – Biogjødsel frå storskalige bio-gasanlegg; Avfall Sverige; <http://www.avfall Sverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Utveckling/U2010-11.pdf>

Biogjødsel och kompost – en resurs för jordbruket, Monica Odlare, 2007; <http://mdh.diva-portal.org/smash/get/diva2:120610/FULLTEXT01.pdf>

Husdyrgjødsel og jordarbeiding -verknad på utslepp av klimagassar: Lars Nesheim, Oddbjørn Kval-Engstad og Kjell Vastveit, 2010

<http://www.grovfornett.no/media/ring/5172/Bioforsk/RAPPORT%20SLF%20utgreiing.pdf>

Biogass i økologisk bruk; <http://www.agropub.no/id/6599>

"Økt kunnskap om kompost og biogjødsel i landbruket" AvfallNorge rapport 4/2014 gir en fersk oppdatering på nytten av biogjødsel som gjødsel

<http://www.avfallnorge.no/pop.cfm?FuseAction=Doc&pAction=View&pDocumentId=56216>

Aktører

Bioforsk;

http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/fagomrader/fagomrade/omrade/tema?p_dimension_id=97127&p_dimension_under=97127

Svensk Gasteknisk Center SGC; <http://www.sgc.se/>

Landbrukarnas Riksförbund LRF (Sverige); <http://www.lrf.se/foretagande/naringar/fornybar-energi/biogas/>

Relevante prosjekter

Biogass Østfold; <http://www.biogassostfold.org/>

Tomb jordbruksskole; [http://www.tomb.no/om-tomb/artikler-\(boks-3\)/biogass/tomb-biogass](http://www.tomb.no/om-tomb/artikler-(boks-3)/biogass/tomb-biogass)

Biogass Midt-Norge; <https://www.slf.dep.no/no/miljo-og-okologisk/klima-og-miljoprogrammet/prosjekter-stottet-inntil-2012/biogass/ny-metode-for-plassering-av-biogassanlegg>

Biogass Vestfold (matavfall stor skala); http://www.vesar.no/biogass_i_vestfold/cms/273

HOG energi; <http://www.holga.no/default.asp?k=13&id=86>

Vesar; <http://www.vesar.no/nyheter/cms/2012/desember/nytt-biogassanlegg-paa-rygg-vil-gi-miljo-og-klimaloefst-og-fjerne-dagens-luktproblemer/199>

Leverandører av utstyr

Norsk biogass; <http://www.norskbiogass.no/index.html>

Green gas; <http://www.greengas.net/home.html>

Nær energi; <http://www.narenergi.no/20282>

Waterment; <http://waterment.no/?vis=biogass&doc=biogass>

WELtec BioPower; <http://www.weltec-biopower.com/>

Puxin biogas; <http://puxinbiogas.en.alibaba.com/>

PS-CON; <http://www.ps-con.no/BIOGASS>

Haffmans; http://www.haffmans.nl/EngineeredAbout>About_Biogas_Bioethanol.aspx

Stor skala leverandører:

Cambi; <http://www.cambi.no/wip4/>

Geotech; <http://www.goodtech.no/no/losninger/miljoteknikk/biogassanlegg>

Prenecon; <http://www.prenecon.com/biogas/projects/aliartos-biogass.html>

Unicorn biogas; <http://unicornbiogass.com/>

Xergi, Danmark; <http://xergi.dk/>

Biogasshåndboka er utviklet av Norges Vel med midler fra Jordbrukets klima- og miljøprogram som forvaltes av Landbruksdirektoratet. For å spare miljøet finner du den kun elektronisk.

www.norgesvel.no/biogassboka

