

2022

# Scenarieanalyse

Udarbejdet for Greenpeace Nordic af:

Ea Energianalyse  
Gammeltorv 8, 6 tv.  
1457 København K  
[www.eaea.dk](http://www.eaea.dk)



# Indhold

---

Indledning og opsamling	4
Forudsætninger	6
To biomassescenarier	9
Biogas og klimaeffekt	12

---

Bilag	14
-------	----



# Indledning og opsamling

Dette notat samt litteraturgennemgang (bilag) udgør afrapportering fra analyseprojektet "Scenarier for biogasproduktion og husdyrgødning i Danmark". Analysen er udarbejdet i 2022 for Greenpeace Nordic.

Der produceres stigende mængder biogas i Danmark, og langt størstedelen af gassen opgraderes og indføres i gasnettet. Fra år 2000 til 2020 er produktionen af biogas steget fra 3 PJ til 21,3 PJ, og udviklingen forventes at fortsætte.

Energistyrelsens seneste klimafremskrivning (KF22) fremskriver en udbygning af biogasproduktion i Danmark til at toppe på lidt over 50 PJ/år i 2030, hvilket svarer til mere end en fordobling ift. den nuværende produktion. Brancheforeningen Biogas Danmark foreslår en hurtigere udbygning til op mod 60 PJ.

Efter Ruslands invasion i Ukraine, er der i Danmark og Europa et ønske om helt at udfase import af russisk gas senest i 2030. Energieffektiviseringer, elektrificering og øget produktion af biogas kan potentielt bidrage til dette mål. I dag udgør gylle og fast gødning omkring 75% af biomasseinputtet i de landbrugsbaserede biogasanlæg.

Greenpeace Nordic har en målsætning om, at antallet af køer og svin skal reduceres markant, og har derfor bedt Ea Energianalyse om at undersøge konsekvenser og perspektiver for den danske biogasproduktion ved en halvering af den animalske produktion.

Nogle af de danske biogasanlæg tilfører stigende mængder halm til anlæggene. Det vurderes, at halm i fremtidens anlæg kan udgøre 8% af biomasseinputtet eller mere. Der er i analysen derfor udarbejdet to scenarier for biogasproduktion i Danmark frem mod 2030: Et husdyrsbaseret scenarie og et halmbaseret scenarie. I begge scenarier nås Klimafremskrivningens mål om 50 PJ i 2030, og i begge scenarier holdes mængden af energiafgrøder på under 4% af inputtet.

Som hovedgrundlag for analysen er det valgt at anvende data og forudsætninger fra *Kortlægning af produktionskæde for opgraderet biogas*, et analyseprojekt støttet af EUDP. Projektet har stillet data og regneark til rådighed.

Med udgangspunkt i data indsamlet og bearbejdet i *Kortlægning af produktionskæde for opgraderet biogas*, er de to scenarier for at nå 50 PJ biogasproduktion i Danmark i 2030 opstillet. Biogassen opgraderes

og indføres i gasnettet som opgraderet biogas/biometan

Med uændrede priser i øvrigt, er prisen på produktion af biometan beregnet til 4,1 kr./m<sup>3</sup> i husdyrscenariet og 4,8 kr./m<sup>3</sup> i halm-scenariet. I begge scenarier forudsættes der import af industriaffald for at booste produktionen. Import af industriaffald er på samme niveau i begge scenarier, for at nå biogasproduktionen på 50 PJ er der suppleret med afgrøderester i halm-scenariet.

En overslagsberegning af klimaeffekten viser en samlet CO<sub>2</sub>-emission på 9,4 mio. ton i husdyrscenariet og 4,8 mio. ton i halm-scenariet. Beregningen inkluderer den del af landbrugets udledning der er tilknyttet animalsk produktion samt metantab fra biogasanlægene. Beregningen medtager ikke direkte og indirekte effekter i udlandet. Reduktion af animalsk produktion i Danmark ventes at medføre øget animalsk produktion i andre lande.

### Konklusioner og perspektivering

Analysen viser at der, uden evt. metanisering af biogassens CO<sub>2</sub> indhold, med stor sandsynlighed kan produceres 50 PJ biogas i Danmark i 2030 samtidig med at den animalske produktion halveres. Det vil dog kræve et betydeligt fokus på det ændrede biomassegrundlag, når der etableres nye anlæg. For en bæredygtig biogasproduktion er det vigtigt at især brugen af halm som biomasseinput øges, for at sikre at der ikke benyttes foderegnet biomasse. Hidtil har der været en tendens til at især en øget brug af KOD, energi-afgrøder, industriaffald og dybstrøelse har forsynet den øgede biogasproduktion.

Biomassegrundlaget i Husdyrscenariet tager udgangspunkt i dagens biomasseinput, hvor der er en betydelig import af industriaffald med højt gasudbytte. Samtidig er der stor afhængighed af gylle og dybstrøelse fra husdyrbrug. I Halm-scenariet afløses en del af husdyrsrestprodukterne af halm med lang opholdstid i biogasreaktorene. I halm-scenariet er der

samme input af industriaffald som i husdyrscenariet. Det betyder at Importen af industriaffald i begge scenarier stiger mod 2030 sammenlignet med i dag.

De beregnede produktionsomkostninger for biogas er især følsomme overfor priser på den tilførte biomasse. I et scenarie med øget efterspørgsel efter biogas, er det sandsynligt at biomassepriserne stiger. Dette kan i et vist omfang udligne omkostningerne mellem de to scenarier.

Der foregår allerede i dag et betydeligt arbejde for at mindske afhængigheden af industriaffald ved at tilføje halm. Der er potentiale for en betydelig udvikling på området.

Hvis den animalske produktion halveres, vil den danske halmressource ændre sig, da der frigøres arealer fra foderproduktion med halm som restprodukt, til anden produktion. Konsekvenserne heraf er ikke behandlet i analysen og kræver yderligere analyser at kortlægge. Når mængden af husdyr halveres, antages det i scenariet at ressourcen af gylle og dybstrøelse ligeledes halveres. Der tages ikke stilling til hvilke typer husdyrbrug der bidrager til halveringen i halm-scenariet.

Efter Ruslands invasion i Ukraine er priserne på ledningsgas i Europa steget betydeligt, og ligger medio oktober 2022 på et niveau svarende til mere end 10 kr. per m<sup>3</sup> biometan (forwards). Med høje gaspriser og høje CO<sub>2</sub> priser kan biogas være et omkostningseffektivt VE-alternativ til brug i sektorer, der vanskeligt kan elektrificeres. Det gælder i både husdyrscenariet og i halm-scenariet.

Produktionen af metan kan potentielt øges med ca. 50% ved syntese med brint (metanisering). Ved syntese kan alternativt produceres metanol.

Den beregnede klimaeffekt i de to scenarier er kun en indikativ beregning, hvor der er anvendt GWP<sub>100</sub> for metan og lattergas. Hvis der eksempelvis anvendes GWP<sub>20</sub>, fås markant større forskel mellem scenarierne.

# Forudsætninger

I analysen er forudsætningerne og en række antagelser beskrevet i litteraturgennemgangen (Bilag 1). Det endelige valg af scenarier og forudsætninger er foretaget af Ea Energianalyse efter kommentering fra følgende fagpersoner: Søren Tafdrup, Henrik Wenzel, Frank Rosager, Bodil Harder og Bruno Sander Nielsen. Disse personer har bidraget med værdifuldt input, men kan ikke stilles til ansvar overfor det endelige valg af forudsætninger og scenarier.

Energistyrelsen offentliggjorde i 2020 en såkaldt energiafgrødeanalyse udarbejdet af SDU. Analysen viser et biogaspotentiale på 55 PJ i 2030, stigende til 94 PJ i 2040. Energiafgrødeanalysens kortlagte potentiale for 2040 skal forstås som en øvre grænse under forudsætning af fuld anvendelse af al biomasse. I denne analyse tages udgangspunkt i den øvre grænse for potentialet for gasproduktion fra de forskellige biomasseinput, der er imidlertid fortaget visse justeringer. Herunder for halmpotentialet hvor det skal noteres at potentialet i 2030 er beregnet på basis af ikke bjerget halm, imens potentialet i 2040 indeholder halm som i dag benyttes til andre formål, samt en antagelse om større biogasudbytte af halmen. Det vurderes at halm i 2030 fortsat vil benyttes til andre formål, derfor vil det øvre potentiale ikke kunne udnyttes allerede i 2030. I opgørelsen af gaspotentialet for industriaffald indgår også gaspotentialet fra importeret industriaffald. Sammenholdes det nuværende input af industriaffald til biogas opgjort i *Biomasseopgørelse 2020-21* af Energistyrelsen med biogaspotentialet som, afhængig af typen, lægger på 60-440 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t, vurderes det at estimatet på 8 PJ er lavere end det faktiske potentiale. Et mere nøjagtigt potentiale kræver yderligere undersøgelser at kortlægge.

Sammensætningen af biomasseinputtet er afgørende for økonomi, dimensionering og drift af biogasanlæggene. Et fællestræk for de eksisterende anlæg er, at de er bygget til især at håndtere pumpbare biomasser dvs. primært gylle og vådt industriaffald. Af økonomiske hensyn iblandes der fast biomasse indenfor grænserne for, hvad der kan håndteres fuldt opblandet og pumpbart. Efter kommentarer fra fagpersoner er der valgt en øvre grænse på 8% for tilsætning af halm frem mod 2030. Endvidere er der valgt en grænse på maksimalt 90% anvendelse af biomassepotentialet indenfor hver kategori, undtagen for kategorien

”industri- og andet restaffald”, hvor der ikke er indlagt importbegrænsninger.

Ved biogasprocessen dannes ca. 65% CH<sub>4</sub> og ca. 35% CO<sub>2</sub><sup>1</sup>. Ved opgradering til biometan renses gassen for CO<sub>2</sub> og metanen pumpes ind i gasnettet, imens CO<sub>2</sub> som hovedregel udledes til atmosfæren.

Den udledte CO<sub>2</sub> kan potentielt indgå i en syntese med brint til produktion af fx metan eller metanol. Ved såkaldt metanisering kan det samlede gaspotentiale potentielt øges med ca. 50%, hvilket dog ikke indgår i denne analyse.

Biomasse	Tilrettet potentiale fra Energiafgrødeanalysen
Gylle og gødning	20 (hurtig udslusning)
Halm - Heraf frøgræshalm	15 (ikke bjerget) - 45 (total) (a)
Dybstrøelse	7
Industri- og andet restaffald	8-14
Kasserede afgrøder	0,9 (b)
Kildesorteret organisk dagrenovation (KOD)	2,5 (Nedjusteret) (c)
Grønt landbrugsaffald - Heraf roetoppe	7 3
Energiafgrøder (uden majs)	Max 4% af input (energiafgrøderegulering)
<b>I alt (PJ)</b>	<b>Ca. 63 + energiafgrøder</b>

Tabel 1: Biomasseressourcer til dansk biogasproduktion

(a) Det totale biogaspotentiale fra halm afhænger af konkurrence med andre anvendelser og halmens værdi herunder faktorer som skærehøjde, gasudbytte, etc. . 15 PJ vurderes at være halm potentialet som i dag ikke bjerget, mens 45 PJ er det totale halm potentiale, inkl. halm som i dag går til alternativ benyttelse.

(b) Kasserede afgrøder er en vigtig ressource for biogasproduktion, det skal imidlertid aldrig anses som en planlagt ressource.

(c) Potentialet for mængden af KOD er nedjusteret med udgangspunkt i et studie fra Københavns Universitet som fremskriver potentialet til at være 900 - 914 tusinde ton i 2030, svarende til ca. 2,5 PJ

<sup>1</sup> Afhængig af biomassesammensætningen og af procesparametre.

## EUDP-projektet: Kortlægning af produktionskæde for opgraderet biogas

Projektet *Kortlægning af produktionskæde for opgraderet biogas* fra 2020 har analyseret alle dele af produktionskæden for biometan, herunder biogaspotentiale, forbehandling og opgradering.

I projektet er der gennemregnet otte forskellige anlægstyper, som varierer fra "mindre biogasanlæg" med en årlig produktion på 4,3 mio. m<sup>3</sup> biogas til "meget stort biogasanlæg" med en årlig produktion på 51,6 mio. m<sup>3</sup> biogas. Derudover varierer anlæggene i brug af henholdsvis membran-, vand- og aminskrubber til opgradering af gassen.

I dette projekt er det valgt at tage udgangspunkt i én af de anlægstyper som er beskrevet og gennemregnet. Med udgangspunkt i en vurdering af såvel eksisterende anlæg som de anlæg, der er under planlægning i Danmark, er anlægstypen *Stort biogasanlæg med aminskrubber* valgt som reference for det gennemsnitlige danske anlæg i 2030. Anlægget har en årlig produktion på 25,8 mio. m<sup>3</sup> biogas pr år.

I praksis vil den danske anlægspark i 2030 naturligvis bestå af en række forskellige anlæg med forskellig adgang til husdyrgødning, halm og andre biomassetyper. Vi vurderer dog, at det valgte referenceanlæg er en god repræsentant for det gennemsnitlige anlæg.

I referenceanlægget er opholdstiden 35 dage, hvor fagpersoner oplyser at opholdstiden på en række nyere anlæg er væsentligt højere. Den højere opholdstid skyldes dels tilsætning af mere tungomsættelig biomasse, og dels at standarden for reaktorstørrelse er steget de senere år, som følge af den teknologiske udvikling.

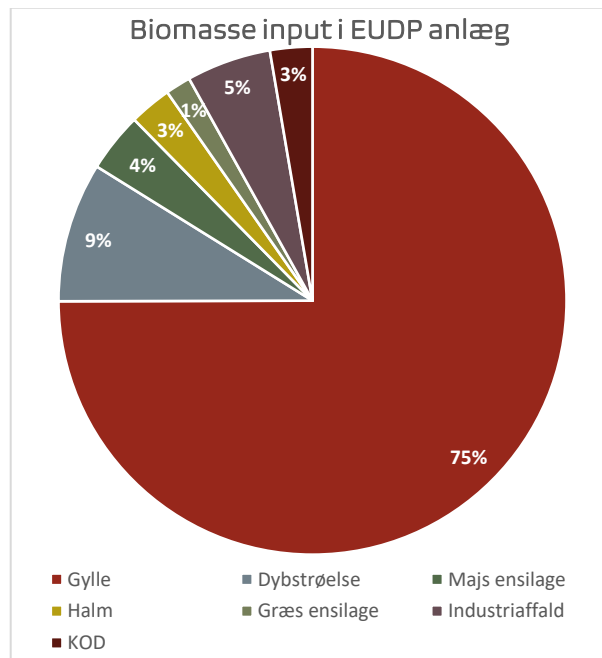
Halm fra kornproduktion er vanskeligt nedbrydeligt i reaktoren, og i dag bliver typisk højst 50% af halmens gaspotentiale udvundet med opholdstider på 20 – 30 dage. (Energiafgrødeanalysen).

Ved anvendelse af inddata og regneark fra EUDP-projektet fastholdes anlæggets reaktorstørrelse og gasproduktion, imens der varierer på biomassesammensætning og samlet biomassetilførsel. Derved opnås en længere opholdstid, når der anvendes øgede mængder halm fremfor gylle.

Der anvendes samme kategorisering af biomasser, der kræver forbehandling, som angivet i EUDP-materialet.

Referenceanlæg: hovedresultater	Stort biogasanlæg – Stort fællesanlæg/industrieanlæg
Opholdstid	35 dage
Omkostning metan inkl. finansierings omk.	4,20 kr/m <sup>3</sup>
Capex	237 mio. kr – 9,2 kr/m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>
	3.000 m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /time
Metan-eksport til gas-system	0,93 PJ
	25,8 mio. m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /år
Biomasseinput	890.000 ton/år
Metanudbytte	29,6 m <sup>3</sup> /ton

Tabel 2 Hovedkarakteristika for valgt referenceanlæg. Kilde: Kortlægning af produktionskæde for opgraderet biogas, DGC 2020

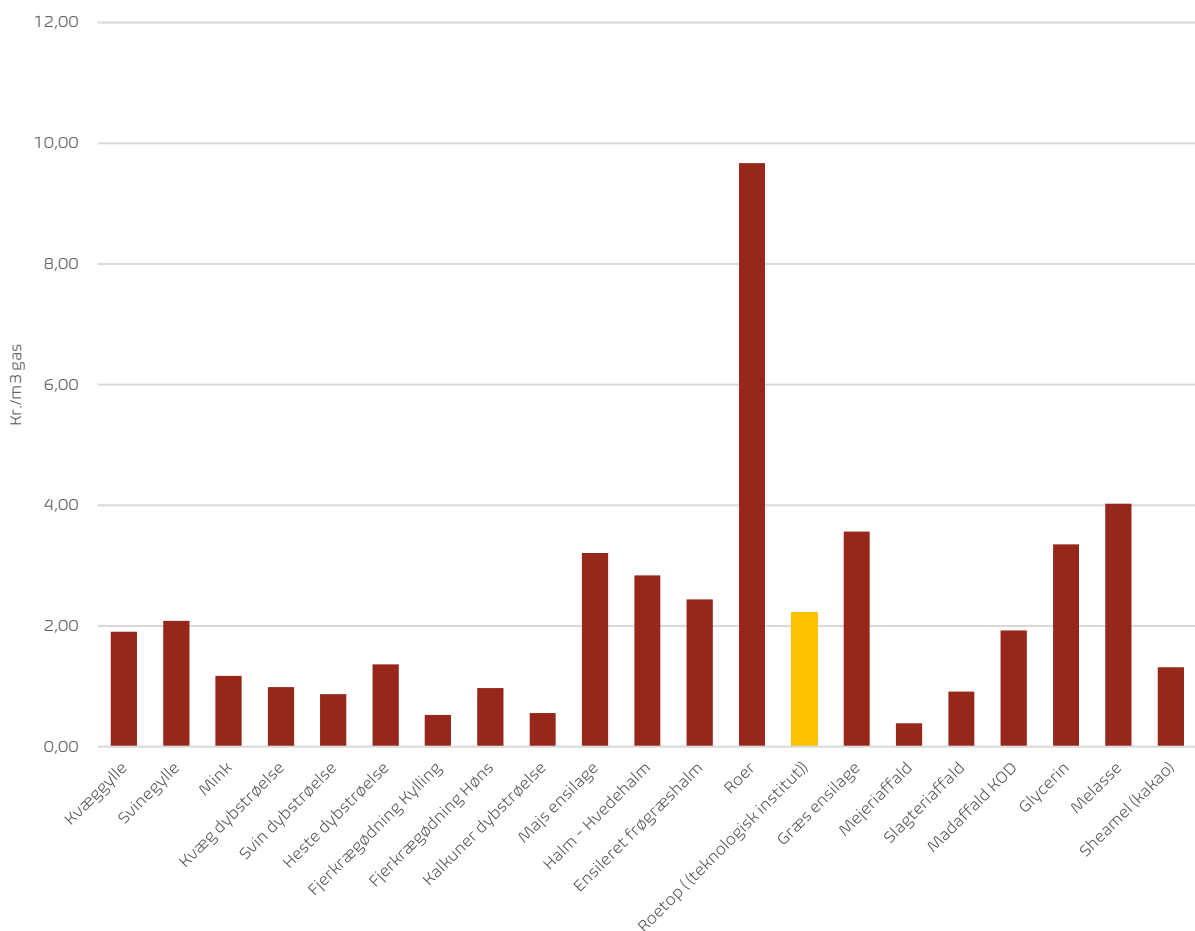


Figur 4 Biomasse input i EUDP's "Stort biogasanlæg". Her ses det at den samlede andel gylle og dybstrøelse er 84% mens halm udgør 3% af biomasseinputtet. Energiafgrøde, her bestående af majs og græs udgør 5% og industriaffald og KOD står for de resterende 8% af biomasseinputtet.

Udover økonomien forbundet med etablering og drift af referenceanlægget er der omkostninger ved at tilføje biomasse. Diagrammet nedenfor viser gasomkostningerne for hver type biomasse. Disse omkostninger dækker over indkøbspriser samt omkostninger forbundet med transport og evt. forbehandling. Disse omkostninger (kr/ton) er divideret med det ventede gasudbytte (m<sup>3</sup>/ton) til beregning af gasomkostningen. Både gasudbytte og biomasseomkostninger er baseret på EUDP projektet. Prisen på roer og roetoppe har vi vurderet urealistisk høj, og i stedet anvendt et alternativt bud på omkostningerne for roetoppe udarbejdet af teknologisk institut ifm. Et efterfølgende EUDP-projekt: *Demonstration af samensileret roetop*

*og halm til biogasproduktion.* Vi har vurderet denne omkostning som mere retvisende, også fordi det oprindelige projekt havde en note om roepris.

Priser og vilkår for indkøb af de forskellige biomasser afhænger bl.a. af udbud og efterspørgsel. Med øget efterspørgsel efter biogas og efter afgrøder, kan priserne stige. Dette er lige nu tydeligt i lyset af krigen i Ukraine, som har medført prisstigninger på fødevarer. Hertil kommer, at flere restprodukter nu går til foder, og at importen af industriaffald fra Rusland og Ukraine stoppet, hvilket samlet set har øget omkostningerne til produktion af biogas i 2022.



Tabel 5 Gasomkostninger fra biomasseinput baseret på EUDP-projekt. Med ny omkostning for roetoppe markeret i orange



2

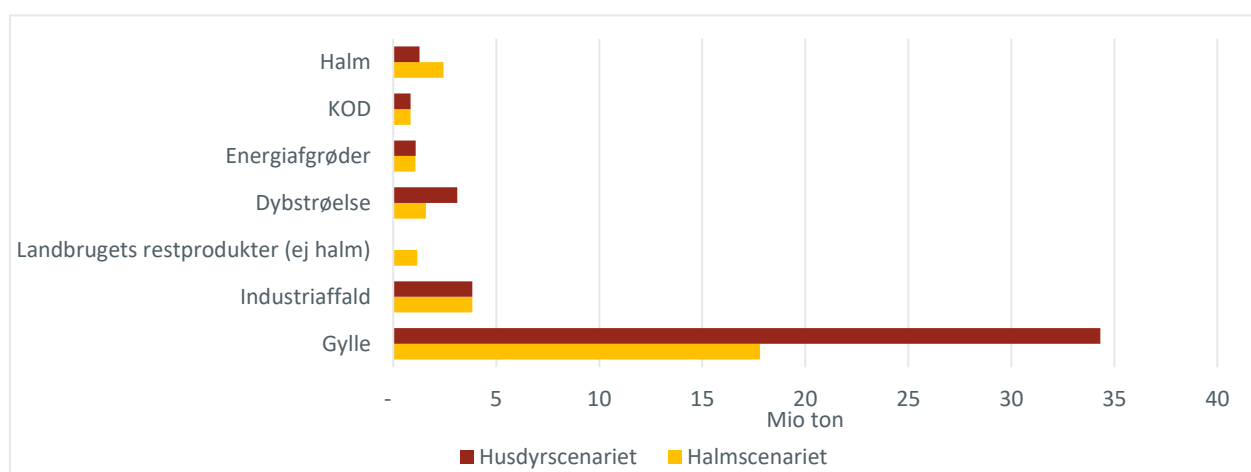


## To biomassescenarier

I scenarieanalysen er der vist et eksempel på hvordan danske biogasanlæg kan producere 50 PJ biogas i 2030 med to forskellige biomassestrategier. I Husdyrscenariet er der valgt et gennemsnitligt biomasseinput med udgangspunkt i ovennævnte EUDP projekt. Det svarer nogenlunde til dagens gennemsnit. I Halm-scenariet er begrænsningen at der ikke samlet set kan tilføres mere gylle og dybstrøelse end 90% af ressourcen efter halvering af den animalske produktion i

Danmark. I begge scenarier holdes energiafgrøder (herunder græs) under 4% af biomassen.

Husdyrscenarie	37 mio. ton gylle og dybstrøelse til 50 PJ biogas
Halm-scenarie	19 mio. ton gylle og dybstrøelse til 50 PJ biogas



Figur 6 Sammenligning af fordelingen af biomasse input til biogas i scenarierne (opgjort i mio ton)

## Husdyrscenarie

Scenariet tager udgangspunkt i de biomasse-fraktioner der er beskrevet for det valgte referenceanlæg i EUDP projektet. Bortset fra lidt lavere andel energiafgrøder adskiller husdyrscenariet sig ikke meget fra gennemsnitlig biomassesammensætning på en række større anlæg i dag. Industriaffald er i scenariet fordelt på færre kategorier end faktisk tilførte typer. I praksis vil det naturligvis være økonomi og tilgængelighed der afgør hvilke leverandører af industriaffald der vælges.

Biogasproduktion er i høj grad afhængig af gylle og dybstrøelse som i scenariet udgør 77% af biomasse inputtet og leverer 45% af gasproduktionen. Halm udgør 3% af biomassen og leverer 16% af gasproduktionen.

I begge scenarier benyttes max 90% af det biomassepotentiale der ifølge den reviderede energiafgrødeanalyse er tilgængelig. Dette er med undtagelse af industriaffald, hvor der indregnes i princippet ubegrænsede importmuligheder.

I Husdyrscenariet tilføres i alt ca. 3,8 mio. tons industriaffald til biogasanlæggene, hvilket leverer 27% af gasproduktionen. Scenariet er afhængig af en betydelig import af industriaffald.

## Halm-scenarie

I halm-scenariet testes det hvordan 50 PJ biogas kan produceres samtidig med at der sker en halvering af den animalske produktion og en medfølgende halvering af gylle og dybstrøelse. I stedet for et gaspotential på 27 PJ fra gylle og dybstrøelse, nedjusteres potentialitet her til 13,5 PJ. Gasproduktionen fra gylle og dybstrøelse falder så til at levere ca. 24% af den samlede gasproduktion.

De forskellige typer halm stiger til i alt 8% af biomassen og leverer 34% af gasproduktionen. Fagpersoner har kommenteret, at en så betydelig halm-anvendelse, udover den halm der indgår i dybstrøelse er realistisk, men vil kræve en fokuseret udvikling og erfaringsopsamling. Som hovedregel tænkes halmen tilsat som ensileret halm.

I dette scenarie anvendes tillige andre afgrøderester fra landbrug og gartneri. I scenariet benyttes værdierne fra roetoppe som repræsentation for landbrugsaffald. Andre afgrøderester vil naturligvis også kunne indgå i husdyrscenariet og evt. fortrænge en del af det importerede industriaffald hvis det vurderes favorabelt. I halm-scenariet bidrager afgrøderester (roetoppe) med 3% af gasproduktionen.

Den gennemsnitlige hydrauliske opholdstid er beregnet til 36 dage, med samme forudsætninger som i EUDP projektet.

Fagpersoner har oplyst at udviklingstendensen i dag går mod længere opholdstider end præsenteret i EUDP projektet for at øge gasudbyttet. Det er altså muligt, at scenariets gasproduktion på 50 PJ i praksis vil kunne opnås med en lidt lavere mængde tilført biomasse end de 44 mio. ton der indgår her.

Husdyrscenariet: 77% gylle + dybstrøelse / 3% halm		
Total gasproduktion	50	PJ
Gnsn. opholdstid	36	dage
Gnsn. gasudbytte	31	m <sup>3</sup> /ton
Totalt biomasseforbrug	44	mio. tons/år
Herat gylle og strøelse	34	mio. tons/år
Herat halm	1,3	mio. tons/år
Omkostninger i alt	4,1	Kr./m <sup>3</sup>

Tabel 7 Overblik over husdyrscenariet

Halm-scenariet: 67% gylle + halmstrøelse / 8% halm		
Total gasproduktion	50	PJ
Gnsn. opholdstid	52	dage
Gnsn. gasudbytte	48,5	m <sup>3</sup> /ton
Totalt biomasseforbrug	29	mio. tons/år
Herat gylle og strøelse	17	mio. tons/år
Herat halm	2,5	mio. tons/år
Omkostninger i alt	4,75	kr./m <sup>3</sup>

Tabel 8 Overblik over halm-scenariet

Ved at aktivere halm og andre afgrøderester bliver det i scenariet muligt at reducere afhængigheden af animalske biprodukter.

Den hydrauliske opholdstid er i scenariet beregnet til 52 dage, da den samlede reaktorkapacitet på danske biogasanlæg er ens i de to scenarier. Der skal dog investeres mere i forbehandling i halm-scenariet, da en langt større del af biomassen er tungtomsættelig.



## Prisfølsomhed

Biomasse fra industriaffald er i energiafgrøde-analysen opgjort til at have et gaspotentiale på 8 PJ/år, hvilket dog er inklusiv en betydelig importandel.

Energistyrelsen opgørelse over biomasse til biogasproduktion 2020-21 viser at der i dag er et input på i alt 1,34 mio. ton industriaffald i forskellige kategorier. Fagpersoner har kommenteret, at mere end 50% af biogasproduktionen i dag er baseret på industriaffald, hvor langt hovedparten er importeret. Det industriaffald der anvendes i dag har sandsynligvis et større gennemsnitligt gasudbytte (højere end 200 m<sup>3</sup> metan/ton) end industriaffaldet der er indregnet i de to scenarier i 2030 (knap 100 m<sup>3</sup> metan/ton i gennemsnit). Da der er tæt sammenhæng mellem gasudbytte og købspris, har forskellen i hvilke typer industriaffald der tilføres sandsynligvis kun lille indflydelse på den samlede biogasøkonomi.

## Halm og industriaffald

I grundberegningen i begge scenarier er der anvendt omkostningsdata direkte fra EUDP projektet, altså uden korrektion for ændret balance mellem udbud og efterspørgsel, og uden inflationskorrektion.

Husdyrscenariet er især følsomt overfor omkostninger ved at tilføre gylle og dybstrøelse. I beregningerne antages det, at landmændene stiller deres restprodukt til rådighed for biogasanlæggene uden nettobetaling. Kravet er blot, at der modtages samme gødningsværdi retur, og at omkostninger til udbringning på landbrugsjord ikke stiger. Landmændenes "fortjeneste" ligger hermed i en mere klima- og miljøvenlig håndtering af husdyrgødning.

Der er ikke regnet følsomhed på ændrede vilkår for husdyrgødning, men i tabellen til højre vises konsekvensen af fordoblede priser på henholdsvis industriaffald og på halm. I halmscenariet vil omkring 40% af den samlede danske halmsressource (125% af halm der i dag ikke bjerger) blive afgasset i biogasanlæg. Det er uklart i hvilket omfang kombinationen af halveret animalsk produktion og en væsentlig halmefterspørgsel til biogas vil påvirke halmpriserne.

Det er også derfor biomassepriserne i figur 3 er vist som kr./m<sup>3</sup> gas, ikke kr./ton biomasse.

Frem mod 2030 vil priser på de forskellige typer biomasse naturligvis afhænge af udbud og efterspørgsel. I begge scenarier øges efterspørgslen efter alle typer biomasse betydeligt sammenlignet med i dag, og priserne kan ændre sig hvis udbuddet ikke følger med, eller hvis balancen af andre grunde forskydes.

Den nuværende situation i Europa er et eksempel på en uventet situation, som har medført ubalancer. Høje gaspriser i kombination med høje fødevarerpriser har øget priserne på energiafgrøder og på visse typer industriaffald. Bl.a. som følge af konkurrencen mellem biogas og foder for visse typer industriaffald og restprodukter fra landbruget.

	Gaspris (kr./m <sup>3</sup> )	Pris- Stigning. (%)
Husdyrscenarie med fordoblede priser på halm	4,50	10%
Husdyrscenarie med fordoblede priser på industriaffald	4,63	13%
Halmscenarie med fordoblede priser på halm	5,61	18%
Halmscenarie med fordoblede priser på industriaffald	5,28	11%

Tabel 9 Oversigt over gaspris, ved prisstigning på henholdsvis halm og industriaffald. Priserne sammenlignes med "grund scenariet" således at prisstigningen opgjort i procent, indikerer hvor meget dyrere de respektive scenarierne bliver ved prisstigninger

# Biogas og klimaeffekt

Ifølge Danmarks seneste nationale klimaregnskab, der udarbejdes af DCE, udgjorde udledningerne fra landbrugssektoren i 2019 knap 11 mio. ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter. Udledningerne skyldes i al væsentlighed metan- og lattergasemissioner i forbindelse med den animalske produktion. Med "Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug" fra oktober 2021 skal udledningerne fra landbrug og skovbrug reduceres med 1,9 mio. ton i 2030. En væsentlig del af disse udledninger vedrører dog den såkaldte LULUCF-sektor, og indgår ikke i ovennævnte 11 mio. ton.

I 2018 offentliggjorde Nationalt center for fødevarer og jordbrug ved Aarhus Universitet (DCA) rapporten "Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget". I rapporten er der udarbejdet nøgletal for landbrugets CO<sub>2</sub>-udledning i Danmark fordelt på fire hovedprodukter både for konventionelt landbrug og for økologisk landbrug. Nøgletallene indeholder ikke udledninger i udlandet ved fx import af foder.

Det ses af tabellen, at den samlede udledning ved de fire hovedprodukter er knap 11 mio. ton, hvilket er i

god overensstemmelse med det nationale klimaregnskab. 88% af udledningen kan tillægges den animalske produktion.

Det er beregnet i rapporten "Biogasproduktions konsekvenser for drivhusgasudledning i landbruget", at den samlede CO<sub>2</sub>-udledning for blandet gylle reduceres med 11 kg CO<sub>2</sub> per ton gylle ved at gennemføre en række tiltag i forbindelse med biogasproduktion. I de scenarier for biogasproduktion, som beskrives i efterfølgende kapitel, biogasbehandles 38 mio. ton gylle og dybstrøelse i husdyrscenariet og 22 mio. ton gylle og dybstrøelse i Halmscenariet. I begge scenarier produceres 50 PJ biogas i 2030.

Biogasproduktion medfører dog også et tab af metan til omgivelserne. I august 21 offentliggjorte Energistyrelsen rapporten "Målrettet indsats for at mindske metantab fra danske biogasanlæg" udarbejdet af Rambøll. Den vægtede målte metanemission på 69 anlæg udgjorde 2,5% af gasproduktionen, hvilket kan sammenlignes med branchens målsætning om et tab på maksimalt 1%. I nedenstående skitseberegning af

	Mælk (kg leveret)	Svin (kg tilvækst)	Fjerkræ (kg æg)	Plante (kg TS høstet)	I alt
<b>Konventionel</b>					
Udledning pr. kg	0,9	1,86	1,5	0,22	
Mio kg 2015	4786	2370	220	5799	
Mio t CO <sub>2</sub> ækv:	4,3	4,4	0,3	1,3	<b>10,3</b>
<b>Økologi</b>					
Udledning pr. kg	1,04	2,58	2,15	0,35	
Mio kg 2015	483	13	15	49	
Mio t CO <sub>2</sub> ækv:	0,50	0,03	0,03	0,02	<b>0,6</b>

Tabel 10

CO<sub>2</sub>-emissionen i de to scenarier, indgår et metantab på 1%.

Tabellen viser en skitseberegning af den samlede CO<sub>2</sub>-emission fra landbrugets animalske produktion i Danmark, inklusiv metanemission tilknyttet biogasproduktion. Der indgår ikke tilknyttede emissioner i udlandet, herunder indirekte effekter ved at reducere den animalske produktion i Danmark.

Ved at mindske den animalske produktion frigives der landbrugsarealer til anden produktion end foder. CO<sub>2</sub>-emissionen fra disse arealer er i skitseberegningen sat til nul. Den reelle CO<sub>2</sub>-emission fra de frigivne arealer (positiv eller negativ) vil afhænge af den fremtidige arealanvendelse (planteavl, solceller, skovrejsning etc.).

Mio ton CO <sub>2</sub> per år.	Husdyr-scenarie	Halmsce-narie
CO <sub>2</sub> -emission husdyr	9,6	4,8
Til biogas (mio. ton gylle + strøelse)	43	22
CO <sub>2</sub> -reduktion gylle-håndtering	-0,5	-0,2
CO <sub>2</sub> fra metantab	0,21	0,21
<b>CO<sub>2</sub> i alt:</b>	<b>9,4</b>	<b>4,8</b>

Tabel 11



## Bilag. (Reference gennemgang i særligt bilag)

### Husdyrscenariet

Biomassetype	Inputmængde mio t	Gasproduktion PJ	Gasudbytte m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton	Benyttet af potentiale
Gylle	34	16,2	12-13	81%
Dybstrøelse	3,1	6,3	42-58	90%
Halm	1,3	8,2	105-214	18% af total 54% af ikke bjerget
Afgrøderester	0	0	35	0%
Græs ensilage	1,1	3,6	92	90%
Industriaffald	3,8	13,5	58-442	112%
Madaffald KOD	0,8	2,3	75	90%

Figur 12 Inputmængder og gasudbytte fordelt på biomassetyper i husdyrscenariet

### Halmscenariet

Biomassetype	Inputmængde mio t	Gasproduktion PJ	Gasudbytte m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton	Benyttet af potentiale
Gylle	17,8	9	12-13	45%
Dybstrøelse	1,6	3,1	42-58	45%
Halm	2,5	17,1	105-214	38% af total 114% af ikke bjerget
Afgrøderester	1,2	1,5	35	49%
Græs ensilage	1,1	3,6	92	90%
Industriaffald	3,8	13,5	58-442	112%
Madaffald KOD	0,8	2,3	75	90%

Tabel 13 Inputmængder og gasudbytte fordelt på biomassetyper i halmscenariet