



Biogas Outlook 2023

Produktion og anvendelse af biogas
i Danmark 2022-2035



Forord

Biogas Outlook 2023 fokuserer på den forventede udvikling samt effekterne af biogasproduktion og -anvendelse frem mod 2035

Formålet med Biogas Outlook 2023 er at give et grundigt indblik i udviklingen inden for produktion og anvendelse af biogas ud fra tilgængelige bioressourcer, herunder potentialerne i at nyttiggøre indfanget CO₂ fra biogas til CO₂-lagring (CCS) og Power-to-X (CCU).

Samtidig formidler publikationen en mængde data og faktuelle oplysninger om biogassens afledte virkninger inden for klima, landbrug, recirkulering af næringsstoffer, vandmiljø, økonomi og marked.

Biogas Outlook er ikke tænkt som en rapport, der skal læses fra start til slut, men nærmere som et opslagsværk, hvor man kan finde de vigtigste faktuelle oplysninger og data om biogas i Danmark.

Interessen for biogas er stærkt stigende, hvilket øger behovet for et sted, hvor man kan finde centrale facts om biogas. Biogas Outlook 2023 er et vigtigt bidrag hertil. Biogas Outlook 2023 vil i både dansk og engelsk version kunne findes under *fakta* på www.biogas.dk. Her er der desuden adgang til webstedet Biogas Data Online, hvor der kan hentes historiske og aktuelle data om biogasproduktion, gasforbrug, status på gaslagre, børsværdi af biogas mv.

Scenarierne i Biogas Outlook 2023 bygger på prognoserne for biogasproduktion og gasforbrug i Energistyrelsens Analyse Forudsætninger 2022 (AF22), suppleret med data fra Aarhus Universitet, Syddansk Universitet, Energinet, Evida og en række andre kilder.

Udviklingsmulighederne beskrives for nedenstående to scenarier:

“Energistyrelse scenariet” er baseret på Energistyrelsens produktionsprognose for biogas samt udviklingen i gasforbruget beskrevet i AF22.

“Biogas Danmark scenariet” beskriver konsekvenserne af Biogas Danmarks politik-forslag om, at den fremtidige udvikling af biogasproduktionen skal skifte fra at være støttetrevet til at være baseret på markedstræk.

Markedstrækket foreslås at ske fra 2025 i form af forøgede CO₂-fortrængningskrav til transport og CO₂-afgiftsrefusion for biogas leveret gennem gasnettet.

God fornøjelse!

Henrik Høegh
Formand

Frank Rosager
Direktør



Indhold

2	Forord	34	Klimarådet: Danmark kan ikke leve op til sine EU-forpligtelser
4	Resumé	35	Klimaeffekt ved produktion og anvendelse af biogas
5	Biogassens forsyningskæder	36	Klimaeffekt af gas- og elforbrug
6	Biogas Danmark: Omlægning fra støtte til markedstræk	37	Størst klimaeffekt ved udnyttelse af indfanget CO ₂
7	To scenarier – Energistyrelse og Biogas Danmark	38	Klimaeffekt ved flydende biogas
8	Effekter af biogasudbygning	39	Biogen CO ₂ fra biogas
9	Danmarks reduktionsmanko	40	Klimaeffekt i landbruget
10	Biogaspotentiale og -behov i Danmark	41	Klimaeffekt af gyllehåndtering
11	Udvikling i biogasproduktion og bioressourceudnyttelse	42	Klimaeffekt for husdyrbrug
12	VE-andele i gassystemet	43	Klimaeffekt på landsplan
13	Klimaeffekt af biogas	44	Potentiel klimaeffekt ved pyrolysegas og biochar
14	Gas- og elforbrugets klimaaftryk i Danmark	45	Livscyklusanalyser af klimaeffekt ved pyrolyse og biogas
15	Børsværdi af biogas leveret via gasnettet	46	Samlet klimapotentiale ved biogas, CCS og pyrolyse
16	Gasforbruget	47	Cirkulær økonomi og effekter i landbruget
17	Udvikling i gasforbruget	48	Recirkulering af fosfor
18	Behov for energilagring	49	Reduceret kvælstoftab til vandmiljøet
19	Biogas til tung transport	50	Synergi mellem biogas og økologi
20	Energiproduktion og anvendelse af bioressourcer	51	Biogas og bioraffinering
21	Biogaspotentiale og -produktion i EU	52	Økonomi og marked
22	Biogaspotentiale og -behov i Danmark	53	Oprindelsesgarantier
23	Biogasproduktionens udvikling	54	Oprindelsesgarantier og bæredygtighedscertifikater
24	Biogasproduktion fordelt på bioressourcer - Energistyrelse	55	Markedsdrevet støttebehov
25	Biogasproduktion fordelt på bioressourcer – Biogas Danmark	56	Klimaeffekt af biobrændstoffer ifølge VE-direktivet
26	Afgasning af husdyrgødning og halm	57	CO ₂ -fortrængningskrav i transportsektoren
27	Stor samtidighed i elproduktion fra vind i Nordeuropa	58	CO ₂ -afgiftsrefusion på biogas fra gasnettet
28	Potentiale til balancering af elnet med PtX-produktion	59	Eksport af dansk biogas
29	CO ₂ fra biogas muliggør stor produktion af PtX-brændsler	60	CO ₂ -afgifter på husdyrgødning
30	Klimaeffekt	61	CO ₂ -skyggeomkostning ved biogas
31	Samlet klimaeffekt af biogas	62	Sådan har vi gjort
32	Klimaeffekt af biogas	63	Datagrundlag og forudsætninger
33	Danmarks reduktionsmankoe	64	Nøgletal og standardværdier
		65	Referencer

Resumé

Indhold

- 5: Biogassens forsyningskæder
- 6: Biogas Danmark: Omlægning fra støtte til markedstræk
- 7: to scenarier – Energistyrelse og Biogas Danmark
- 8: Effekter af biogasudbygning
- 9: Danmarks reduktionsmanko
- 10: Biogaspotentiale og -behov i Danmark
- 11: Udvikling i biogasproduktion og bioressourceudnyttelse
- 12: VE-andele i gassystemet
- 13: Klimaeffekt af biogas
- 14: Gas- og elforbrugets klimaaftryk i Danmark
- 15: Børsværdi af biogas leveret via gasnettet



Resumé

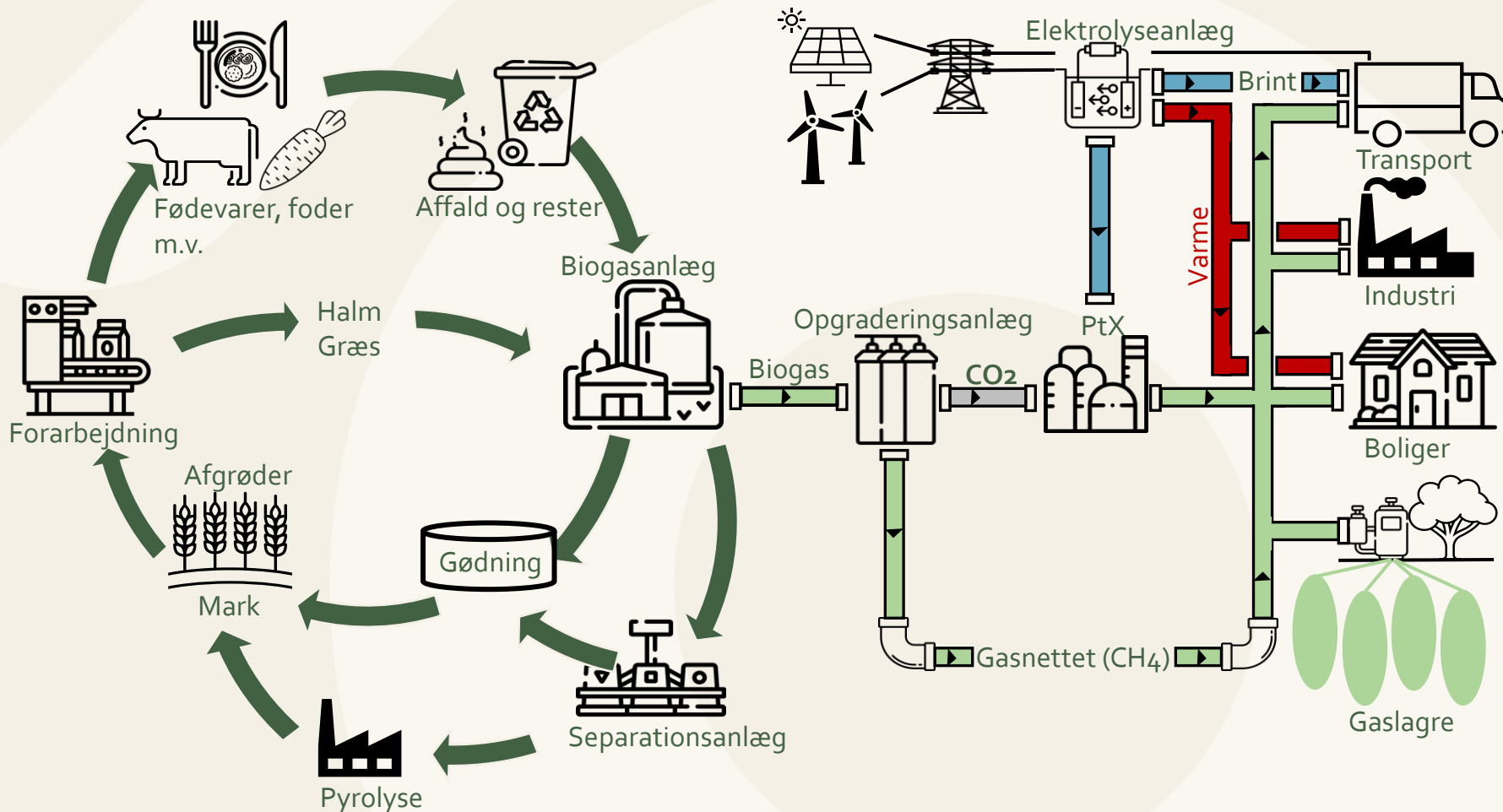
Biogassens forsyningskæder

Biogas er cirkulær økonomi i praksis

De danske biogasanlæg spiller en central rolle i håndteringen af madaffald, restprodukter og husdyrgødning. Biogasanlæggene sikrer, at næringsstoffer i affald og restprodukter recirkuleres som gødning til landbruget.

Samtidig udnyttes energiindholdet i biomasserne til biogas, der fortrænger fossilt brændstof.

Når biogassen tilføres gasnettet, udskilles biogen CO_2 . Biogasproducenterne er i fuld gang med at udvikle anvendelsen af denne CO_2 til produktion af Power-to-X brændstoffer og CO_2 -lagring.



Den danske biogasproduktion er et stærkt eksempel på, hvordan den cirkulære økonomi kan føres ud i virkeligheden.

Ved opgradering af den rå biogas leveres ikke blot biometan, men biogen CO_2 kan effektivt lagre el i PtX-brændstoffer.

Resumé

Biogas Danmark: Omlægning fra støtte til markedstræk

En samlet pakke med fire initiativer

I et politik-forslag fra foråret 2023 foreslår Biogas Danmark en række initiativer, der skal flytte udviklingen af biogasproduktionen fra at være baseret på støtte til at blive baseret på efterspørgsel i markedet.

Biogas Danmark foreslår at:

1. de besluttede biogasudbud fremrykkes, så de er gennemført senest i 2024 – men samtidig forkortes støtteperioden fra 20 til 10 år, hvorved støtten slutter i 2035
2. CO₂-fortrængningskravet til transportsektoren forhøjes og bæredygtighedskravene (ILUC-krav) skærpes
3. der sikres CO₂-afgiftsrefusion for ustøttet biogas leveret via gasnettet dokumenteret med oprindelsesgarantier.
4. der ikke pålægges CO₂-afgift på husdyrgødning, når den afmetaniseres i biogasanlæg.

Forslaget ventes at medføre en stigende produktion af ustøttet biogas til 17 PJ i 2030 og 30 PJ i 2035.

Aftalte udbud og forslag til fremrykning

Ny støtte (mio. kr)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031-2050	I alt
Planlagte biogasudbud	200	120	0	75	75	90	88	-	648
Årlig støtte	200	320	320	395	470	560	648	10.047	12.960
Udspil fra Biogas Danmark	200	270	178	0	0	0	0	-	648
Årlig støtte	200	470	648	648	648	648	648	2.570	6.480
Mere støtte	0	150	328	253	178	88	0	-7.477	-6.480
Ny biogas (PJ)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031-2050	I alt
Planlagt biogasudbud	2,9	1,7	0,0	1,1	1,1	1,3	1,3	-	9,4
Årlig produktion	2,9	4,6	4,6	5,7	6,8	8,1	9,4	189	241
Udspil fra Biogas Danmark	2,5	4,4	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-	9,4
Årlig produktion	2,5	6,9	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	188,0	254

Rækkerne "Planlagte biogasudbud" og "Udspil fra Biogas Danmark" viser, hvornår der forventes udbetalt støtte første gang fra puljerne. Støtten løber i 20 år fra det år støtten udbetales første gang.

Biogas Danmarks forslag til ændring af udbudsforløbet vil bevirke en væsentligt hurtigere vækst i biogasproduktionen. Da tilskudsperioden samtidig reduceres til 10 år vil der samlet blive sparet 6,5 mia. kr., der kan anvendes til at kompensere for lavere CO₂-afgiftsprovener, når der gives afgiftsrefusion for den klimaneutrale biogas.

Resumé

To scenarier – Energistyrelse og Biogas Danmark

Centrale forudsætninger og hovedlinjer for de to scenarier

Energistyrelse scenariet (AF22)

Energistyrelse scenariet tager udgangspunkt i Analyse Forudsætninger for Energinet 2022 (AF22), der er Energistyrelsens forventning til udviklingen i gasforbruget.

Udviklingen i gasforbruget er baseret på AF22.⁽¹⁾

Energistyrelse scenariet indebærer en udvikling i biogasproduktion baseret på Energistyrelsens prognoser for både den eksisterende støtteordning og de planlagte biogasudbud frem mod 2030⁽²⁾.

Da Energistyrelsens prognoser kun omfatter en detaljeret anvendelse af husdyrgødningen, har Biogas Danmark udarbejdet en fordeling af de øvrige tilgængelige bioressourcer, der anvendes i Energistyrelse scenariet. Denne fordeling er blandt andet baseret på data fra de seneste biomasseindberetninger til Energistyrelsen.⁽²⁾

Biogas Danmark har foretaget egne klimaberegninger samt beregning af potentialer for CO₂-lagring, Power-to-X og pyrolyse mm for Energistyrelse scenariet.

Biogas Danmark scenariet

Biogas Danmark scenariet bygger videre på Energistyrelsens forbrugsprognoser.

Udviklingen i biogasproduktionen bygger på Biogas Danmarks politik-forslag om at fremrykke og forkorte de kommende biogasudbud og samtidig styrke rammevilkårene for afsætning af ustøttet biogas, hvilket vil bidrage til en hurtigere vækst i biogasproduktionen.

På grund af høje gaspriser de kommende år forventer Biogas Danmark en hurtigere udnyttelse af produktionskapaciteten på de eksisterende biogasanlæg, samt at nye rammebetingelser på især transportmarkedet kan medføre en stigende produktion og anvendelse af ustøttet biogas fra 2027.

Udviklingen i gasforbruget i Biogas Danmark scenariet er baseret på det forstærkede fokus på at udfase gasforbruget i såvel varmforsyning som industri.

Resumé

Effekter af biogasudbygning

Store klima- og miljøgevinster ved biogasudbygning

Begge scenarier for udbygning af biogasproduktionen viser markante gevinster i form af fortrængning af fossil gas, reduktion af Danmarks klimaaftryk, mindre belastning af vandmiljøet og øget recirkulering af næringsstoffer.

Biogas Danmark scenariet forudsætter samme reduktion i gasforbruget frem mod 2035 som i Energistyrelse scenariet, men forudsætter en hurtigere vækst i biogasproduktionen. Fra 2027 overstiger produktionen gasforbruget ved de nuværende gaskunder, og den forøgede produktion forudsættes anvendt i den tunge landtransport

Samtidig kan indfanget CO₂ fra biogassen sikre lagring af store mængder overskudsstrøm via Power-to-X eller alternativt give en yderligere klimaeffekt på op mod 2,2 mio. ton CO₂, hvis denne CO₂ lagres i undergrunden via CCS.

På miljøområdet er der basis for en reduktion af kvælstofudledningen til vandmiljøet på 1.600 tons N samt recirkulering af 8.000 tons fosfor oveni de 29.000 tons, der recirkuleres med husdyrgødningen, i alt 37.000 tons fosfor, der både er en knap og livsvigtig ressource.

Effekter af biogasudbygning	Energistyrelse		Biogas Danmark	
	2022	2030	2030	2035
Biogasproduktion, PJ	29	52	57	60
Biogasandel i gasnet, pct.	32	100	100	100
Gasforbrug, PJ	77	52	57	60
Heraf fra gasnettet	70	43	37	29
Heraf udenfor gasnettet	6	7	3	1
Heraf disponibel til transport og eksport	1	2	17	30
PtX potentiale, PJ				
E-metan	15	30	36	40
E-methanol	8	16	19	21
Netto klimaeffekt (mio. ton CO₂-ækv.)	1,8	4,4	5,3	5,9
Heraf fossil fortrængning	1,8	3,1	3,8	4,5
Heraf pyrolyse gas	0,2	0,4	0,4	0,4
Heraf reduktion i landbrug	0,2	1,0	1,1	1,2
Heraf biochar	0,1	0,3	0,3	0,3
Heraf metantab og eget forbrug	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4
Reduktionspotentiale (mio. ton CO₂-ækv.)				
Potentiale CCS	0,8	1,7	2,0	2,2
Potentiale PtX e-metan (transport)	1,1	2,2	2,7	2,9
Potentiale PtX e-methanol (transport)	0,6	1,2	1,4	1,6
Cirkulær Økonomi				
Reduceret kvælstofudledning, ton N	400	1.475	1.600	1.650
Fosforindhold i afgasset biomasse, ton P	17.950	34.250	37.450	37.450

Resumé

Danmarks reduktionsmanko

Klimarådet påpeger i sin 2023-evaluering, at Danmark ikke kan leve op til EU's klimakrav

Klimarådet konkluderer i den årlige evaluering af regeringens klimatiltag, at selv om både 2025- og 2030-målene nås, kommer Danmark til at mangle en reduktion på over 6 mio. tons CO₂e for at leve op til EU's krav til reduktioner af klimagasser uden for kvotesektoren og LULUCF i perioden 2021 til 2030. ⁽³⁾

Klimarådet finder det yderligere usandsynligt, at Danmarks klimamål for 2025 kan nås.

Klimarådets opgjorte reduktionsmankoe er vist i tabellen til højre.

Biogas Danmarks forslag til politiske tiltag kan sikre, at Danmark både kan leve op til EU-kravene og nå indenfor målskiven i 2025.

Af tabellen ses, at en forøgelse af CO₂-fortrængningskravet med 2 procent fra 2025 til 2030 vil dække hovedparten af mankoerne ⁽⁴⁾, mens en fremrykning af biogasudbud i kombination med CO₂-afgiftsrefusion vil levere resten.

Biogas Danmarks forslag kan fjerne reduktionsmankoen

Klimarådets opgørelse	Dansk mål	EU krav 2021 - 2030	
		Akkumuleret Non ETS	Akkumuleret ETS
Mio. tons CO ₂	2025		
Reduktionsmanko 50%. 2025*	0,9	6,9	
Reduktionsmanko 54%, 2025*	4,0	6,1	
Effekter af Biogas Danmarks forslag			
Co2 fortrængningskrav +2 %**	0,7	5,6	0
Fremrykning af udbudspuljer	0,2	0,5	0,5
CO2 afgiftsrefusion	0,4	1,2	1,2
I alt	1,3	7,3	1,7
*Klimarådet statusrapport 2023			
** Aftale om grøn omstilling af vejtransporten			

Tabellen viser Klimarådets 2023-vurdering af Danmarks reduktionsmanko i forhold til dels at nå Danmarks egne klimamål i 2025 og ikke mindst at leve op til EU's krav til reduktioner uden for kvotesektoren. 2025-målet opgøres som et gennemsnit over årene 2024 til 2026.

Under mankoen vises, hvor meget Biogas Danmarks politik-forslag kan reducere de af Klimarådet opgjorte mankoer.

Resumé

Biogaspotentiale og -behov i Danmark

Biogaspotentialet er større end behovet

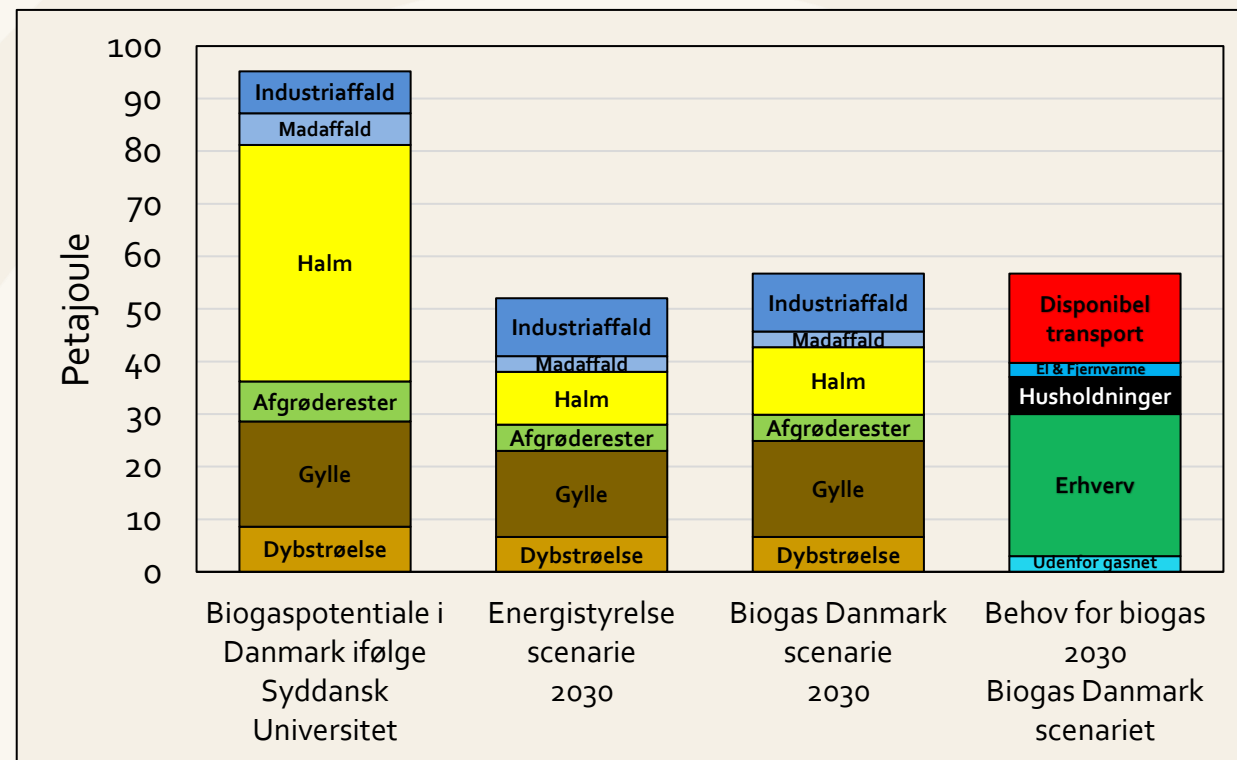
De bioressourcer, der kan nyttiggøres til biogasproduktion, består af husdyrgødning og restprodukter fra husholdninger, industri og landbrug. Energiindholdet i ressourcerne udgør 94 petajoule (PJ) ifølge en rapport udarbejdet af Syddansk Universitet for Energistyrelsen⁽⁵⁾.

Dermed er der rigelige ressourcer til at opfylde Energistyrelsens forventning om en biogasproduktion på 52 PJ i 2030 såvel som Biogas Danmarks politik-forslag, der ventes at føre til en samlet biogasproduktion på 57 PJ i 2030 og 60 PJ i 2035.

Det er stadig kun en mindre del af halmressourcen, der udnyttes. I fremtiden kan der komme nye ressourcer – for eksempel græs fra de kornarealer, der i dag leverer halm.

Med Biogas Danmarks anbefaling er det muligt at dække det forventede gasforbrug inklusive 17 PJ biogas til tung transport i 2030 og 30 PJ i 2035.

Biogaspotentiale, bioressourcer og behov for biogas i 2030



Venstre søjle viser biomassepotentialet til produktion af biogas som opgjort af Syddansk Universitet.⁽⁵⁾ De to midterste søjler viser råvareinput i 2030 i henholdsvis Energistyrelse og Biogas Danmark scenarierne fordelt på forskellige bioressourcer. Højre søjle viser afsætningen af den producerede biogas i Biogas Danmark scenariet.

Resumé

Udvikling i biogasproduktion og bioressourceudnyttelse

Biogas Danmarks bud på biomasseudnyttelsen

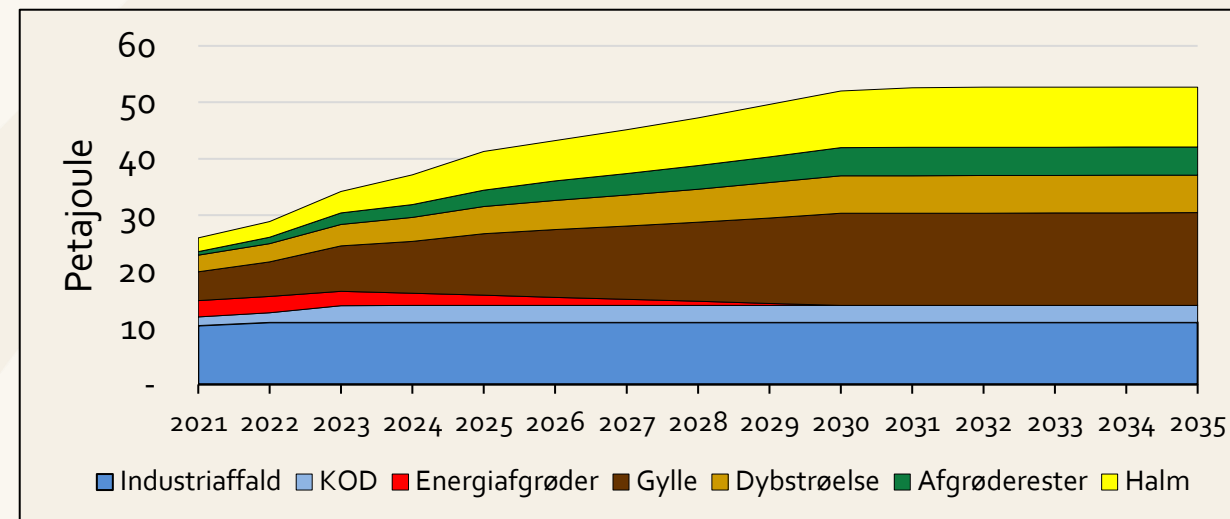
Energistyrelsen forventer, at de danske biogasanlæg i 2030 producerer 52 petajoule (PJ), og at udviklingen i biogasproduktionen herefter stagnerer.

Biogas Danmark antager, at der fra 2027 produceres 52 PJ på grund af høje gaspriser samt fremrykning af biogasudbud.

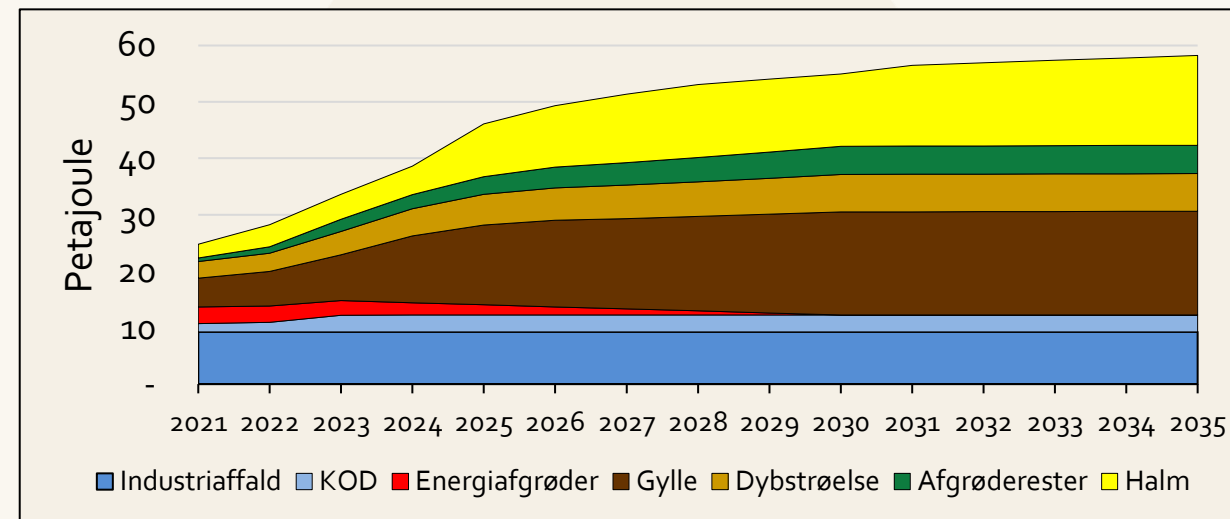
Udviklingen i biogasproduktionen medfører i begge scenarier en stigende afmetanisering af husdyrgødning samt anvendelse af afgrøderester fra landbruget. Især i Biogas Danmark scenariet ses desuden en stigende anvendelse af halm til biogasproduktion.

Madaffald fra husholdninger, servicesektor og detailhandel (KOD) og industriaffald ventes fuldt udnyttet inden 2025, mens energiafgrøder ventes udfaset frem mod 2030.

Biogasproduktion fordelt på bioressourcer i PJ – Energistyrelse scenariet



Biogasproduktion fordelt på bioressourcer i PJ – Biogas Danmark scenariet



Resumé

VE-andele i gassystemet

Biogas Danmark scenariet giver 100 pct. VE i gassystemet fra 2027.

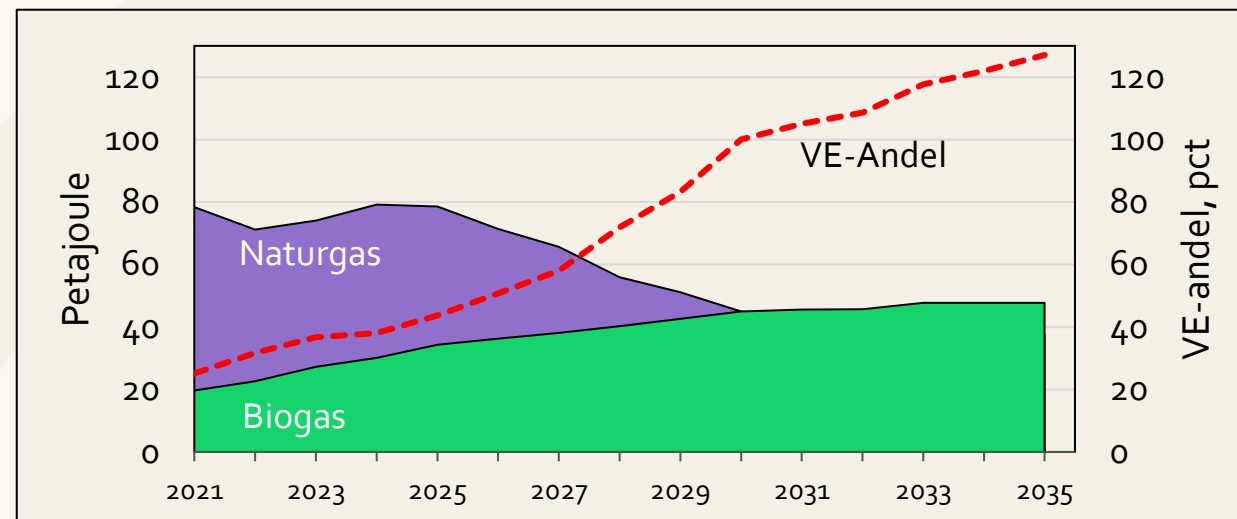
Udviklingen i gasforbruget er baseret på AF22 i begge scenarier.

Effekten af Energistyrelse scenariet er, at de 52 PJ biogas dækker hele det danske gasforbrug fra 2030. Fra 2030 er der et stigende overskud af biogas, som her forventes eksporteret.

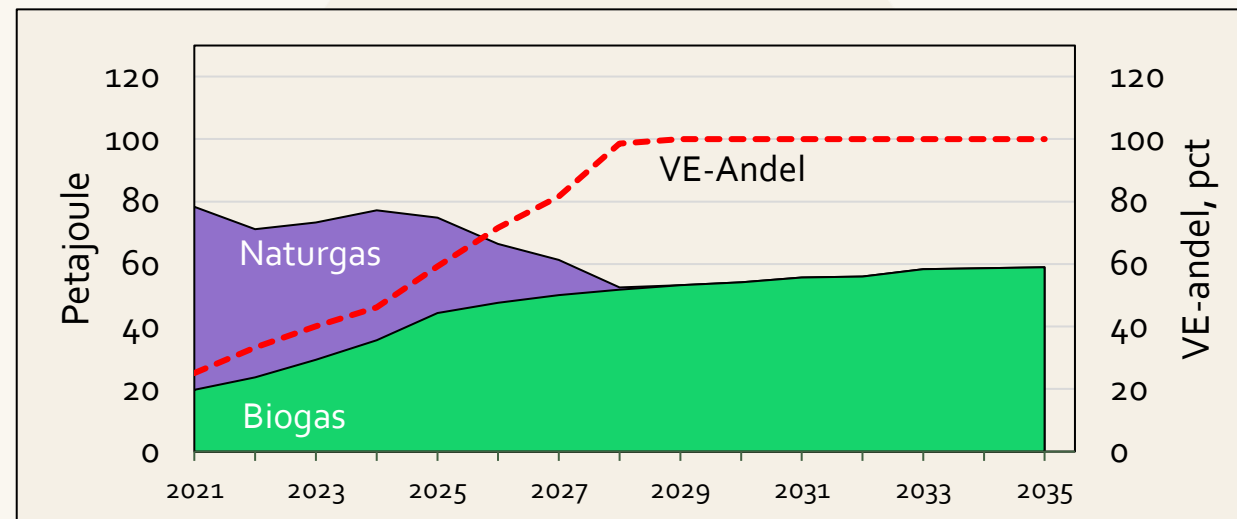
Effekten af Biogas Danmark scenariet er, at VE-andelen i gassystemet når 100 procent allerede fra 2027 – og dermed opnås uafhængighed af fossil gas tre år tidligere end i Energistyrelsens prognose. Fra 2027 anvendes en stigende mængde biogas til grøn omstilling af den tunge transport.

Forbruget af naturgas og biogas i Danmark. Biogassens andel af det samlede gasforbrug er vist med stiplede linje.

Udvikling af ledningsgasforbruget – Energistyrelse scenariet



Udvikling af ledningsgasforbruget - Biogas Danmark scenariet



Resumé

Klimaeffekt af biogas

Netto klimaeffekten af biogas er større end CO₂-reduktionen ved fortrængning af fossilt brændstof

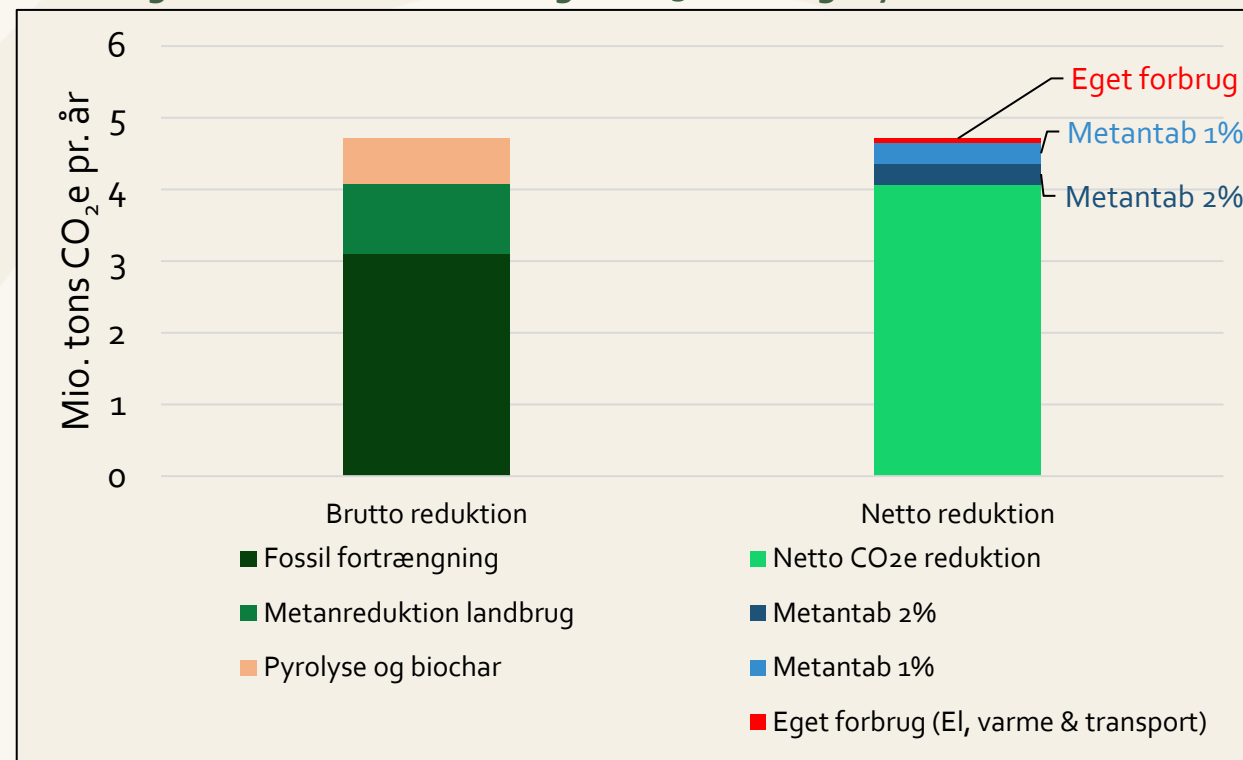
Biogas giver ikke blot en fortrængning af fossile brændstoffer. Når gylle afgasses i biogasanlæg, reduceres også klimaaftrykket fra metan fra opbevaringen af gyllen i landbruget. Men biogasproduktionen har også et klimaaftryk i form af metantab og egetforbrug af energi samt transport af biomasser og gødning.

Netto klimaeffekten beregnes ved at fratække CO₂-udledningen ved biogasanlæggenes eget energiforbrug samt metantab fra brutto klimaeffekten. I figuren er netto klimaeffekten vist ved et metantab på henholdsvis 1 og 2 procent.

I Energistyrelse scenariet betyder en biogasproduktion på 52 petajoule i 2030 en fortrængning af fossilt brændstof på godt 3 millioner tons CO₂, mens landbrugets metanemission reduceres svarende til cirka 1 million tons CO₂e.

Der fortrænges et fossilt energiforbrug med et udslip på over 3 millioner tons CO₂, hvilket er mindre end nettoreduktionen, der er på cirka 4,1 millioner tons CO₂e ved et metantab på 2 procent. Dermed er anvendelsen af biogas klimaneutral.

Brutto og netto klimaeffekt af biogas i 2030 – Energistyrelse scenariet



Brutto samt netto klimagasreduktionerne for Energistyrelse scenariet viser samlet, at biogassen, der fortrængner fossil gas, er netto klimaneutral ved et metantab på 2 procent.

Metantabet blev i 2020-21 målt til cirka 2 procent på en række landbrugsbaserede biogasanlæg⁽⁶⁾, og i 2022 er der vedtaget en ny regulering, der skal bringe metantabet ned på 1 procent. Denne regulering er trådt i kraft 1. januar 2023.⁽⁷⁾

Resumé

Gas- og elforbrugets klimaaftryk i Danmark

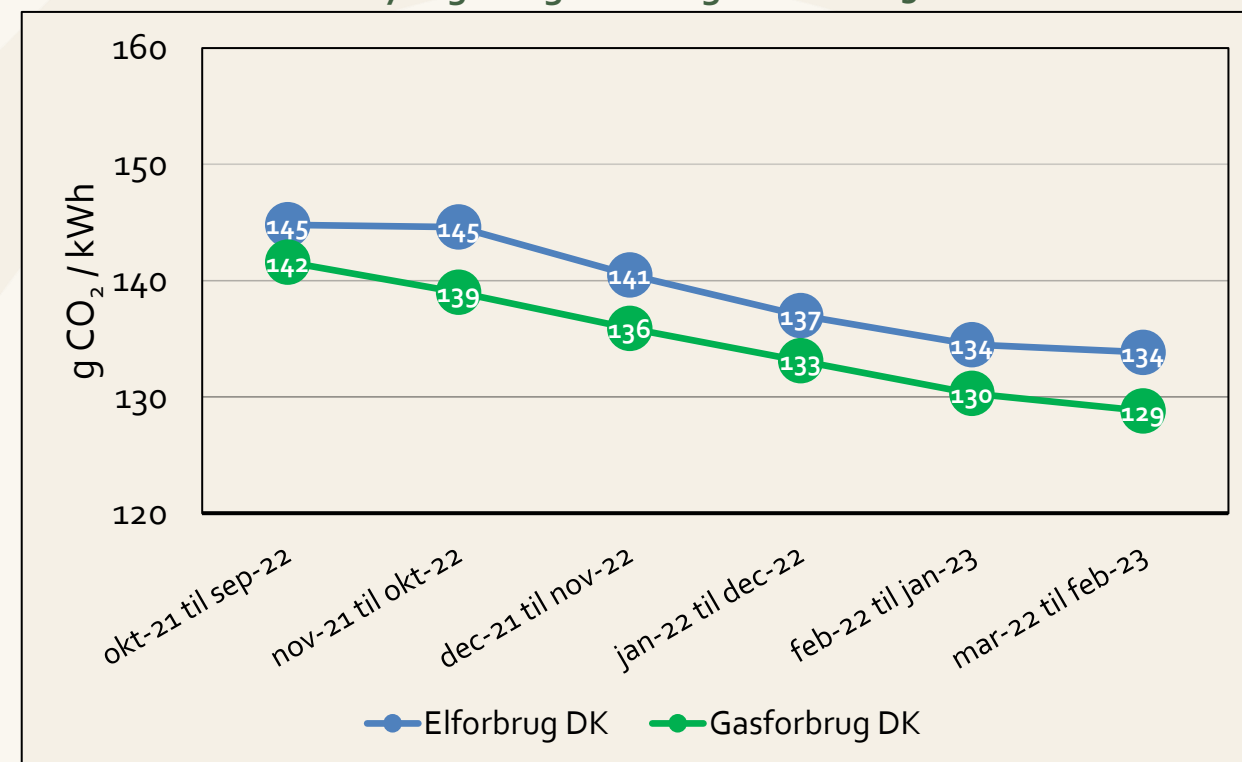
Gas- og elforbrug har cirka samme klimaaftryk

Klimaaftrykket af henholdsvis det danske gas- og elforbrug har i mere end et år været på cirka samme niveau på under 150 gram CO₂/kWh beregnet som gennemsnit over 12 måneder. ^(8,9)

De høje gaspriser og en række politiske initiativer medfører et faldende gasforbrug, og samtidig er biogasproduktionen jævnt stigende. Dette medfører et konstant fald i klimaaftrykket fra det danske gasforbrug.

Klimaaftrykket i elforbruget er mindre konstant, da det påvirkes af vandressourcerne til de norske vandkraftværker, vind- og solressourcerne i Nordeuropa samt ikke mindst gas-, kul- og CO₂-kvotepriiserne.

Akkumuleret klimaaftryk i gas- og elforbruget 2022-2023



Gas- og elforbrugets klimaaftryk vist hver måned som gennemsnittet for de foregående 12 måneder. Klimaaftrykket for elforbruget er beregnet og oplyst af Energinet ^(8,9), mens Biogas Danmark har beregnet klimaaftrykket i gasforbruget baseret på data for gassystemet oplyst af Energinet. ⁽¹⁰⁾

Resumé

Børsværdi af biogas leveret via gasnettet

Udvikling i markedsværdi og støtteomkostninger

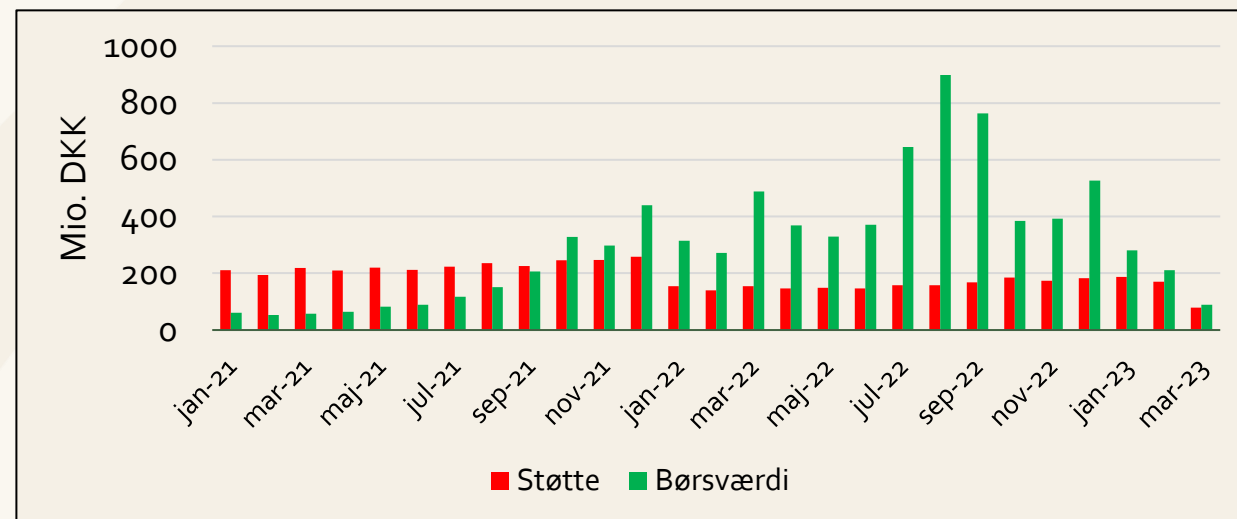
I forbindelse med Ruslands reduktion af gasleverancerne til Europa i 2022 steg gaspriserne markant på de europæiske børser. Derfor fortrængte biogas leveret til gasnettet i 2022 fossil naturgas med en børsværdi på 5,7 mia. kr. Medtages biogas leveret uden for gasnettet stiger denne værdi til næsten 8 milliarder kr.

Markedsværdien af biogassen er præget af et volatilt marked, men børspriserne er fortsat væsentligt højere end tidligere, og forwardpriserne ser ud til at holde sig på et højt niveau i de kommende år. Når gaspriserne stiger, reguleres støtten ned, og støtten forventes at forblive lav de næste mange år.

Da gassen marginalt skulle være leveret fra Rusland, er det penge, som ikke er kanaliseret ud af Danmark og EU til Rusland, men i stedet har skabt værdi for biogasproducenterne og ikke mindst for de mange kunder, der har aftalt fast pris fra biogasproducenterne.

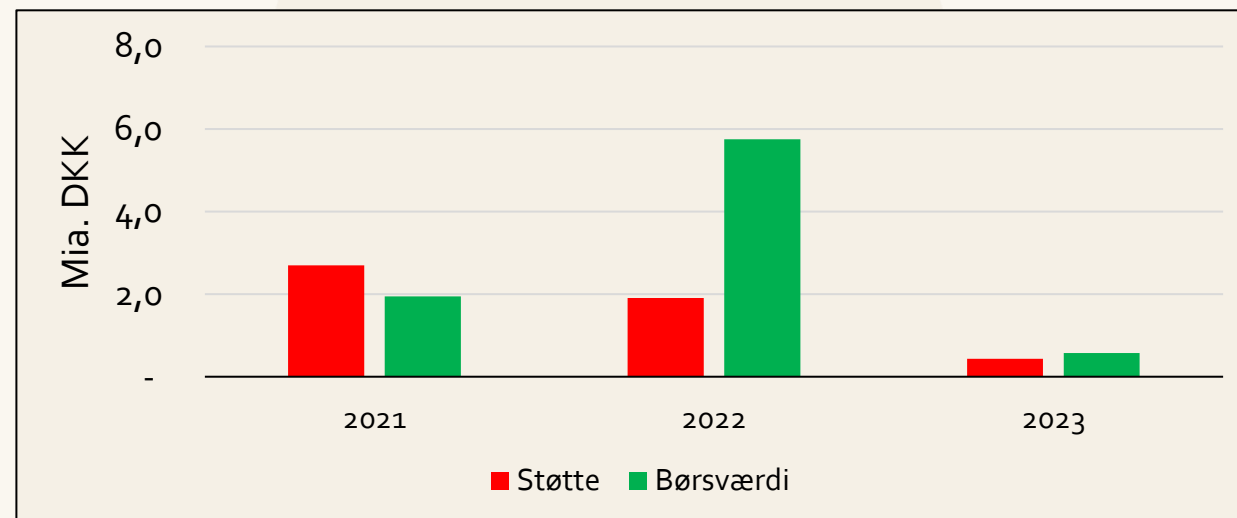
Udviklingen i gaspriserne har medført, at børsværdien af den naturgas, som biogas fortrænger, nu langt overstiger statens støtteomkostninger til biogassen.

Børsværdi af naturgas fortrængt af opgraderet biogas i Danmark



Siden oktober 2021 har støtten til biogas været lavere end gasbørsværdien af den naturgas, som biogassen fortrænger fra gassystemet. Kilder: Energinet (biogas leveret til gasnettet)⁽¹⁰⁾, Energistyrelsen (støtte)⁽¹¹⁾ og EEX Gas Market Data (børsværdi)⁽¹²⁾.

Børsværdi af naturgas fortrængt af biogas siden 2021 i Danmark



Gasforbruget

Indhold

- 17: Udvikling i gasforbruget
- 18: Behov for energilagring
- 19: Biogas til tung transport



Gasforbruget

Udvikling i gasforbruget

Gasforbruget falder markant

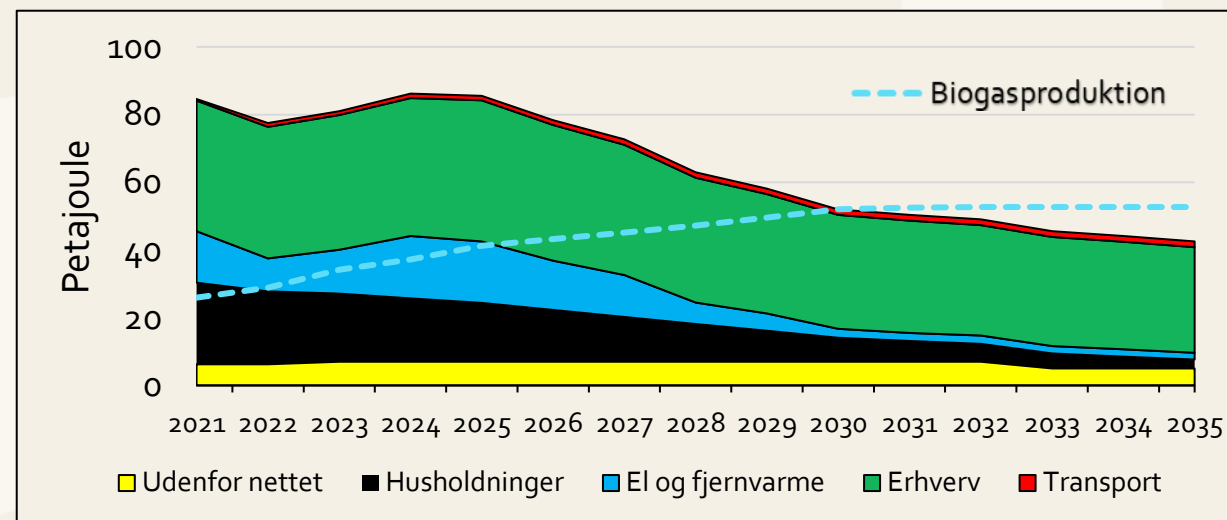
Gasforbruget er i begge scenarier baseret på Energistyrelsens prognose i AF22 ⁽¹⁾, hvor gasforbruget falder med cirka 30 petajoule (PJ) frem mod 2030 og yderligere 10 PJ frem mod 2035.

Baggrunden for faldet i gasforbruget er de politiske tiltag med især støtteordninger og kommende CO₂-afgifter til udfasning af gas i såvel private hjem som fjernvarme og industri.

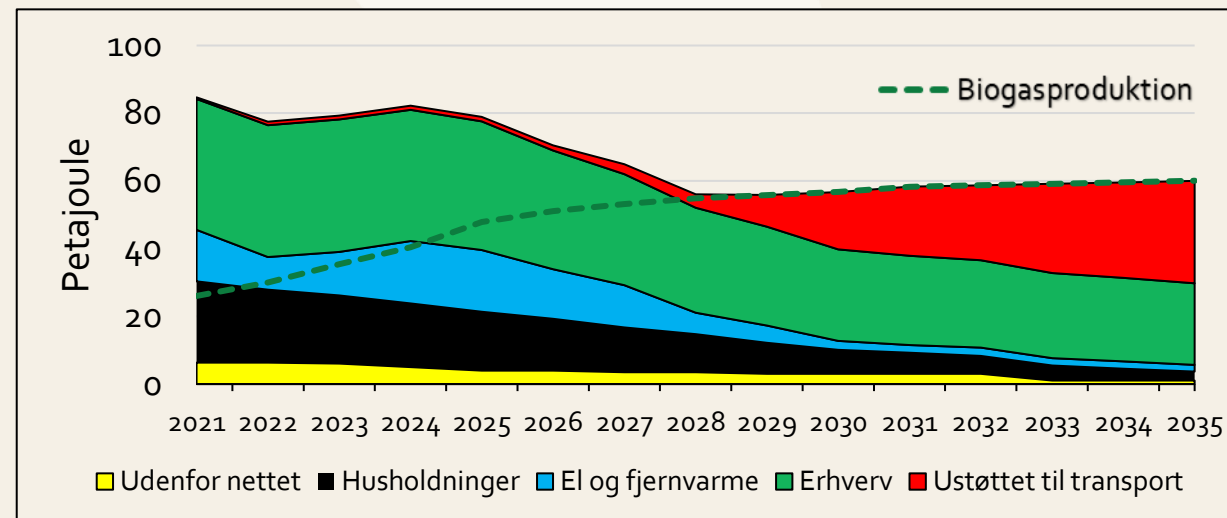
Med Energistyrelsens prognose for biogasproduktionen kommer biogas til at dække 100 procent af det forventede gasforbrug i 2030.

Fra 2027 dækkes gasforbruget 100 procent med biogas i Biogas Danmark scenariet, og der leveres herefter stigende mængder ustøttet biogas til transportsektoren trukket af forøgede CO₂-fortrængningskrav samt fritagelse for CO₂-afgift for biogas leveret gennem gasnettet.

Udvikling i gasforbrug og biogasproduktion – Energistyrelse scenariet



Udvikling i gasforbrug og biogasproduktion – Biogas Danmark scenariet



Gasforbruget

Behov for energilagring

Temperaturudsving viser behov for lagring af store mængder energi i gaslagrene.

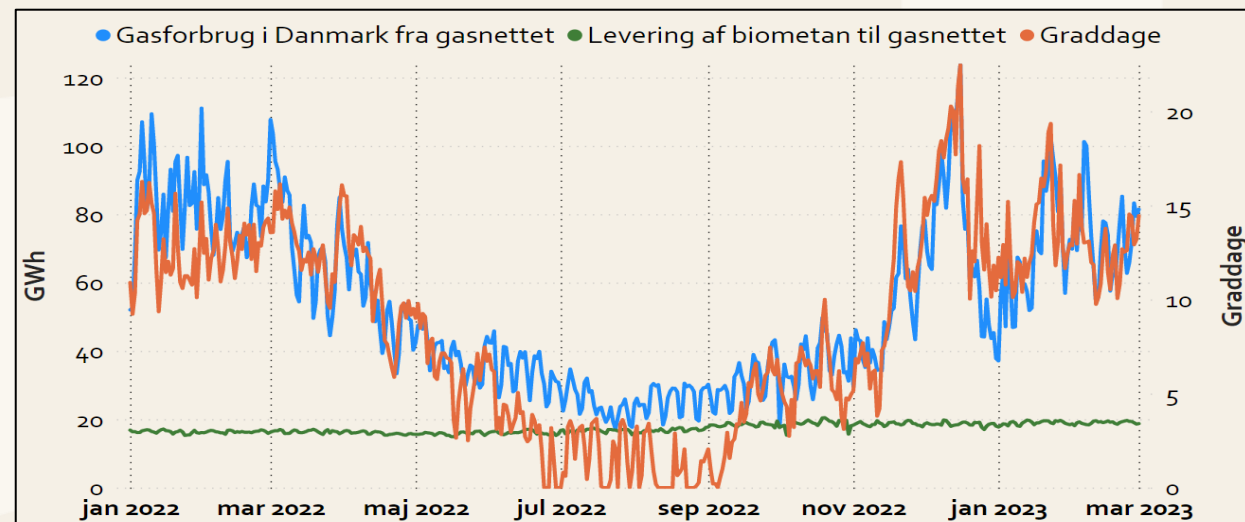
Der er en tæt sammenhæng mellem temperatur og udsving i gasforbruget hen over året. Som det ses i den øverste figur, var der ekstra koldt og et højt gasforbrug på 80-100 GWh per dag i januar-februar og december. Tilsvarende var der et lavt gasforbrug på under 50 GWh om dagen i den lune periode, der strakte sig fra maj til november 2022 år.

Udsvingene i temperatur og gasforbrug understreger behovet for et fleksibelt energisystem, der kan skrue markant op og ned for energileverancerne hen over året. Dette afspejles tydeligt i den nederste graf, som viser, hvordan der er trukket store mængder energi ud af gaslagrene, når der var koldt, mens der blev lagret op i den lune periode midt på året.

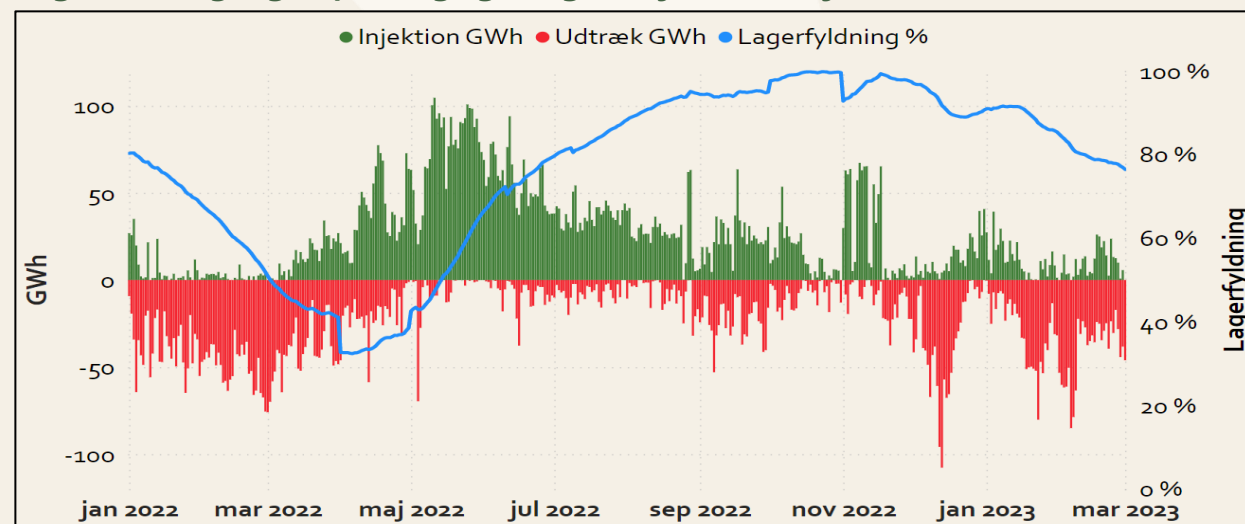
Graddage er et mål for, hvor koldt det har været, og hvor meget energi der bruges til rumopvarmning. En graddag er fastlagt som en forskel på 1°C mellem indendørstemperaturen, som er sat til 17 °C, og den udvendige døgnmiddeltemperatur i ét døgn.

Se mere på Biogas Data Online – biogas.dk/biogas-data-online

Sammenhæng mellem graddage og gasforbrug – jan 2022-jan 2023 ⁽¹³⁾



Lagertræk og lagerfyldning i gaslagrene jan 2022 – jan 2023 ⁽¹³⁾



Begge figurer er fra Biogas Data Online.

Gasforbruget

Biogas til tung transport

Biogas kan give hurtig grøn omstilling

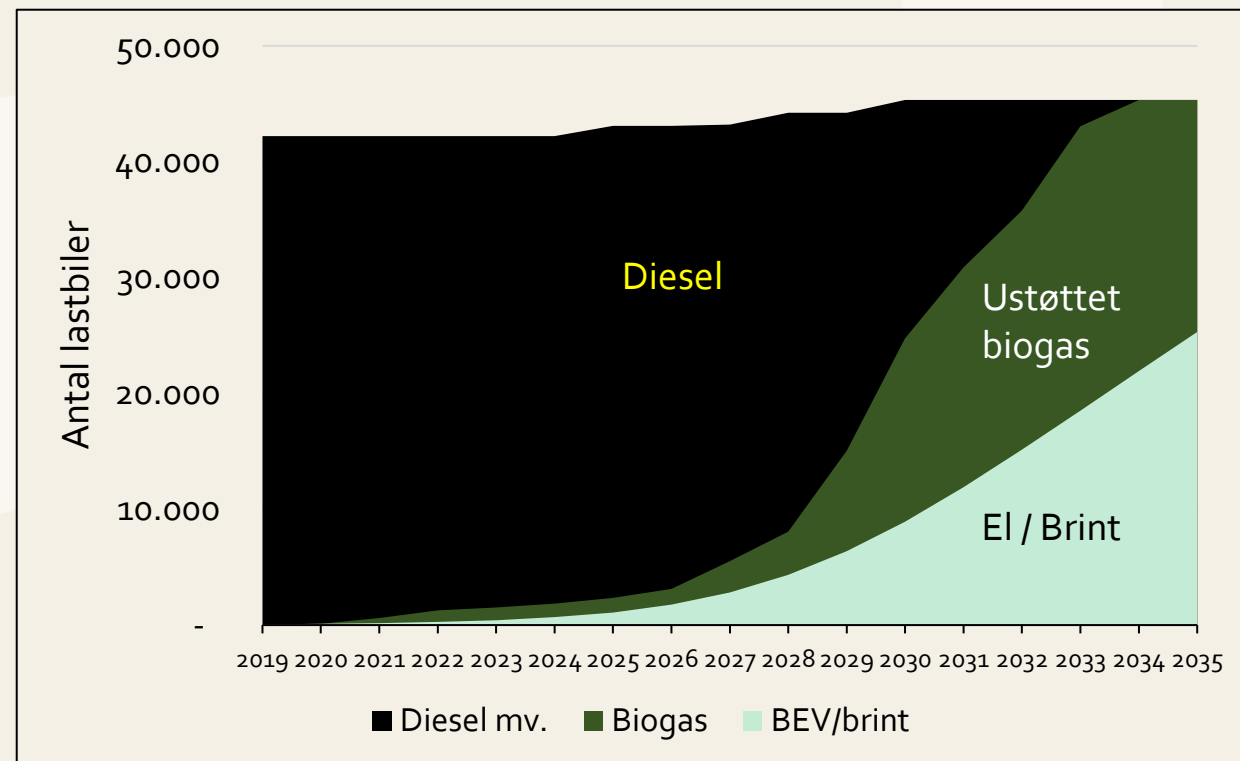
I de senere år har der i Danmark været en gradvist stigende interesse for omstilling af lastbiler til biogas. Fra 1. januar 2022 leveres denne biogas uden støtte, hvilket er konsekvensen af en ændring af biobrændstofloven samt introduktionen af et nyt CO₂-fortrængningskrav i den danske transportsektor.

En analyse af transportområdet fra Green Power Denmark (tidligere Dansk Energi) fra foråret 2022 viser, at antallet af el- og brint-lastbiler først udgør halvdelen af det samlede antal lastbiler i årene omkring 2035⁽¹⁴⁾. Dermed er der behov for en ekstra indsats for grøn omstilling af tung transport, især i de tunge vægtklasser.

Biogas Danmarks analyse viser, at de danske biogasanlæg potentielt kan levere 17 PJ ustøttet biogas til transportsektoren fra 2030 og 30 PJ fra 2035. Eftersom Energistyrelsen forventer et energiforbrug til lastbiler på cirka 23 PJ i 2030, kan biogas dække en stor del af energiforbruget i de tungeste vægtklasser og i 2035 levere et betydeligt overskud af biogas til skibs- og flybrændstof.

En sådan udvikling vil kræve en forøgelse af CO₂-fortrængningskravet, samt at Danmark giver mulighed for refusion af CO₂-afgiften ved køb af biogas fra gasnettet, hvilket allerede sker i vores nabolande.

Potentiale for biogas til vejgodstransport i Danmark



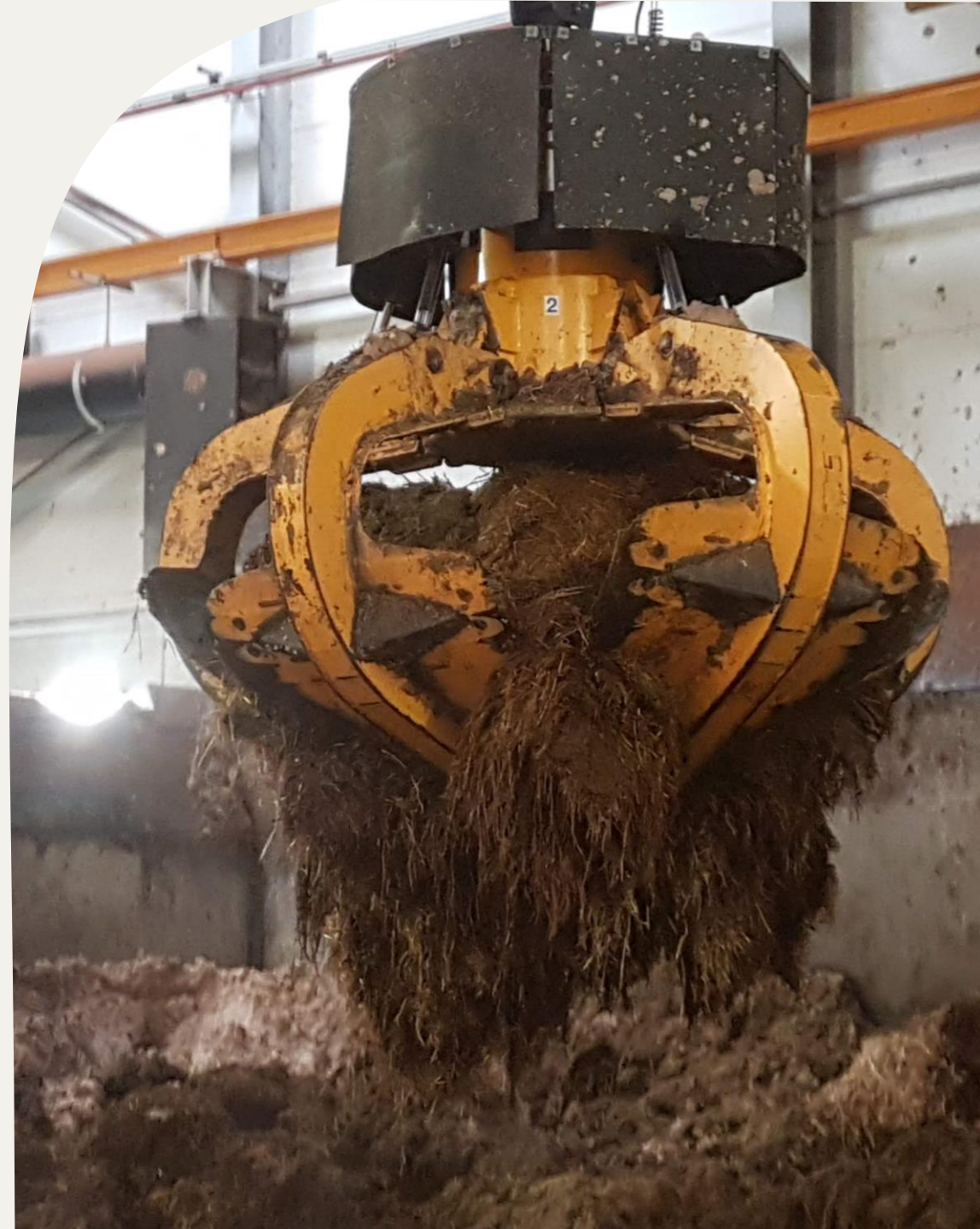
En analyse fra Green Power Denmark⁽¹⁴⁾ viser, at el- og brintlastbiler (El/Brint i figuren) kan udgøre cirka halvdelen af det samlede antal lastbiler i Danmark omkring 2035. Med et energiforbrug til lastbiler på cirka 23 petajoule og et potentiale på 17 PJ ustøttet biogas til transport i 2030 og 30 PJ i 2035 er der rigeligt biogaspotentiale til, at de lastbiler, der ikke kører på el, fra 2030 kan køre på biogas, indtil teknologiuudviklingen eventuelt har gjort det muligt for el- og brintlastbiler at tage over.

Ifølge Energistyrelsens Klimastatus og -fremskrivning 2022 forventes det, at diesellastbiler fortsat udgør 79 procent af lastbilbestanden i 2035.

Energiproduktion og anvendelse af bioressourcer

Indhold

- 21: Biogaspotentiale og -produktion i EU
- 22: Biogaspotentiale og -behov i Danmark
- 23: Biogasproduktionens udvikling
- 24: Biogasproduktion fordelt på bioressourcer – Energistyrelse
- 25: Biogasproduktion fordelt på bioressourcer – Biogas Danmark
- 26: Afgasning af husdyrgødning og halm
- 27: Stor samtidighed i elproduktion fra vind i Nordeuropa
- 28: Potentiale til balancering af elnet med PtX-produktion
- 29: CO₂ fra biogas muliggør stor produktion af PtX-brændsler



Energiproduktion og bioressourceudnyttelse

Biogaspotentiale og -produktion i EU

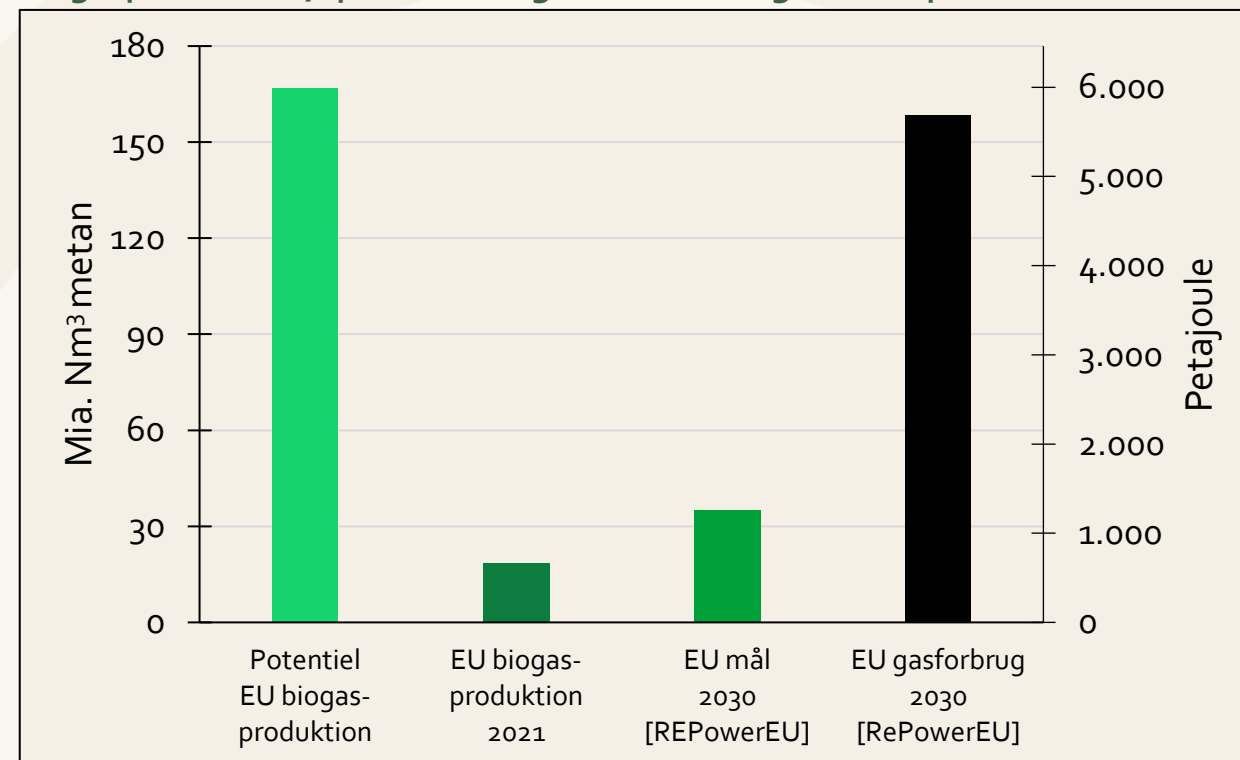
Nye EU-mål: Biogas skal bidrage markant til europæisk forsyningsikkerhed

Den europæiske forsyningskrise har sat fokus på, at der både er behov for at reducere det europæiske gasforbrug og samtidig øge biogasproduktionen markant.

European Biogas Association har kortlagt det samlede europæiske biogaspotentiale til 167 milliarder kubikmeter.⁽¹⁵⁾ Ifølge EU-planen RepowerEU er det muligt at reducere gasforbruget med 52 procent i 2030 til knap 160 milliarder kubikmeter biogas om året.⁽¹⁶⁾ Dermed vil det teoretisk være muligt på længere sigt at dække hele det europæiske gasforbrug med biogas.

I første omgang er det EU's mål at øge biogasproduktionen til 35 milliarder kubikmeter i 2030.⁽¹⁶⁾

Biogasproduktion, -potentiale og behov for biogas i Europa



Energiproduktion og bioressourceudnyttelse

Biogaspotentiale og -behov i Danmark

Biogaspotentialer er større end behovet

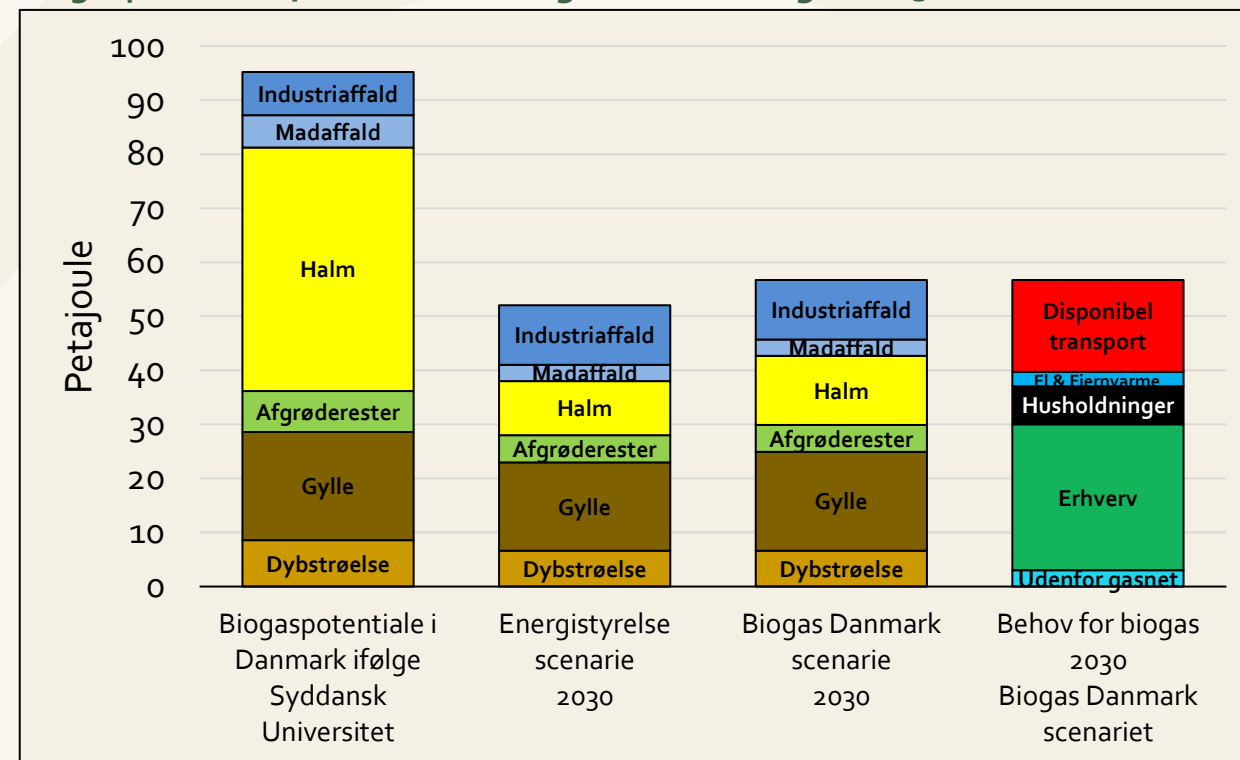
De bioressourcer, der kan nyttiggøres til biogasproduktion, består af husdyrgødning og restprodukter fra husholdninger industri og landbrug. Energiindholdet i ressourcerne udgør 94 petajoule (PJ) ifølge en rapport udarbejdet af Syddansk Universitet for Energistyrelsen ⁽⁵⁾.

Dermed er der rigelige ressourcer til at opfylde Energistyrelsens forventning om en biogasproduktion på 52 PJ i 2030 såvel som Biogas Danmarks politik-forslag, der ventes at føre til en samlet biogasproduktion på 57 PJ i 2030 og 60 PJ i 2035.

Det er stadig kun er en mindre del af halmressourcen, der udnyttes. I fremtiden kan der komme nye ressourcer – for eksempel græs fra de kornarealer, der i dag leverer halm.

Med Biogas Danmarks anbefaling er det muligt at dække det forventede gasforbrug inklusive 17 PJ biogas til tung transport i 2030 og 30 PJ i 2035.

Biogaspotentiale, bioressourcer og behov for biogas i 2030



Venstre søjle viser biomassepotentialer til produktion af biogas som opgjort af Syddansk Universitet. ⁽⁵⁾ De to midterste søjler viser råvareinput i 2030 i henholdsvis Energistyrelse og Biogas Danmark scenarierne fordelt på forskellige bioressourcer. Højre søjle viser afsætningen af den producerede biogas i Biogas Danmark scenariet.

Energiproduktion og bioressourceudnyttelse

Biogasproduktionens udvikling

Kraftig vækst i dansk biogasproduktion siden 2015

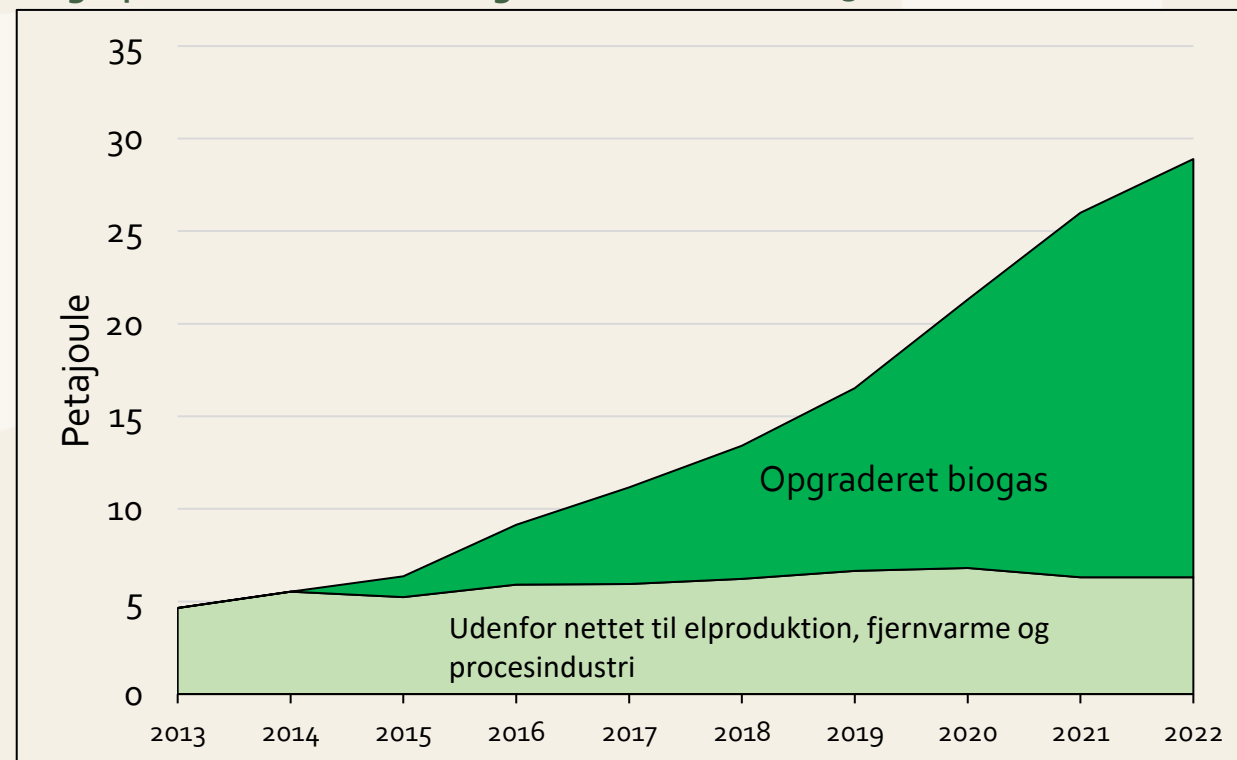
I 2012 blev der vedtaget en ny støtteordning, der gav biogasproducenter mulighed for at levere opgraderet biogas til gasnettet. ⁽¹⁷⁾

Siden da har der været en kontinuerlig vækst, så biogasproduktionen er steget fra cirka 5 petajoule i 2014 til 29 petajoule i 2022, hvor biogas udgjorde cirka 40 procent af det samlede gasforbrug.

I 2023 forventes en produktion af opgraderet biogas til gasnettet i størrelsesordenen 27 petajoule svarende til cirka 40 procent af gasforbruget fra gasnettet. Samtidig forventes cirka 6-7 petajoule biogas anvendt direkte til kraftvarmeproduktion samt procesenergi i industrien.

Samlet set er det ikke urealistisk at biogassens andel af det ledningsførte gasforbrug (uden flaskegas) vil overstige 45 procent i 2023 og nå 50 procent i slutningen af 2024.

Biogasproduktionens udvikling i Danmark siden 2013



Cirka 180 biogasanlæg i Danmark

Anlæg der ikke opgraderer biogas til gasnettet, producerer typisk el og varme.

- Landbrugsbaserede biogasanlæg 100 stk., heraf 55 med opgradering
- Spildevandsanlæg 49 stk., heraf 2 stk. med opgradering
- Industrielle biogasanlæg 7 stk., heraf 1 med opgradering
- Anlæg, der indvinder biogas fra lossepladser 27 stk.

Energistyrelsens oversigt over biogasanlæg i 2022 kan hentes her:

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/liste_over_biogasanlaeg_i_dk.pdf ⁽¹⁸⁾

Energiproduktion og bioressourceudnyttelse

Biogasproduktion fordelt på bioressourcer - Energistyrelse

Husdyrgødning leverer en tredjedel af biogassen

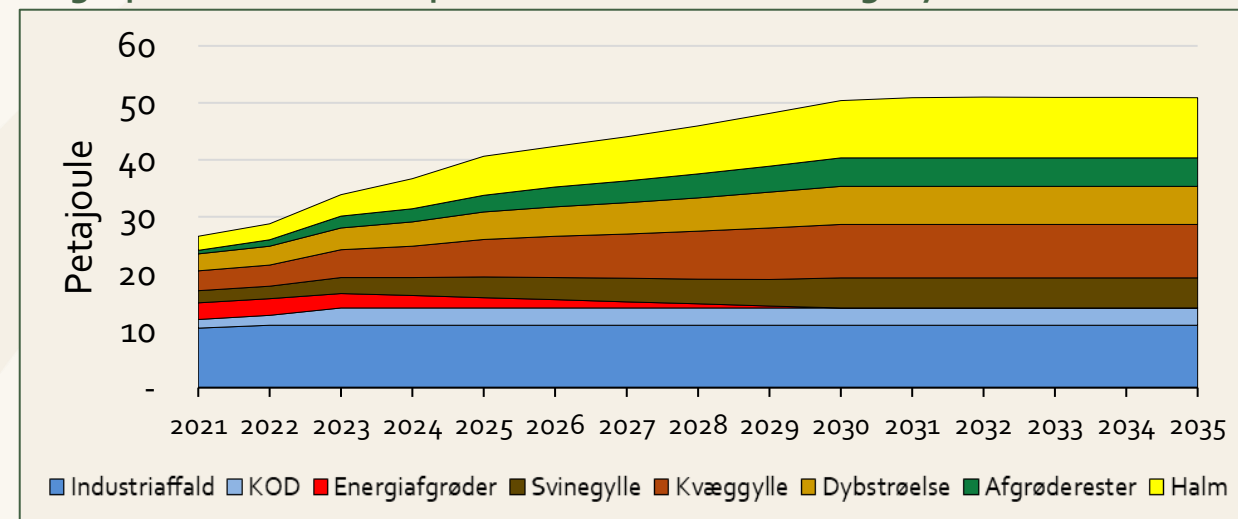
Mens husdyrgødning udgør cirka tre fjerdedele af den samlede tonnage af biomasser til biogasanlæggene, så leverer husdyrgødningen kun cirka en tredjedel af gassen.

Da organisk tørstof er det egentlige råstof for biogasproduktionen, så giver gylle relativt mindre biogas end de mere tørre biomasser som dyb-strøelse, halm, industrielle restprodukter og husholdningsaffald.

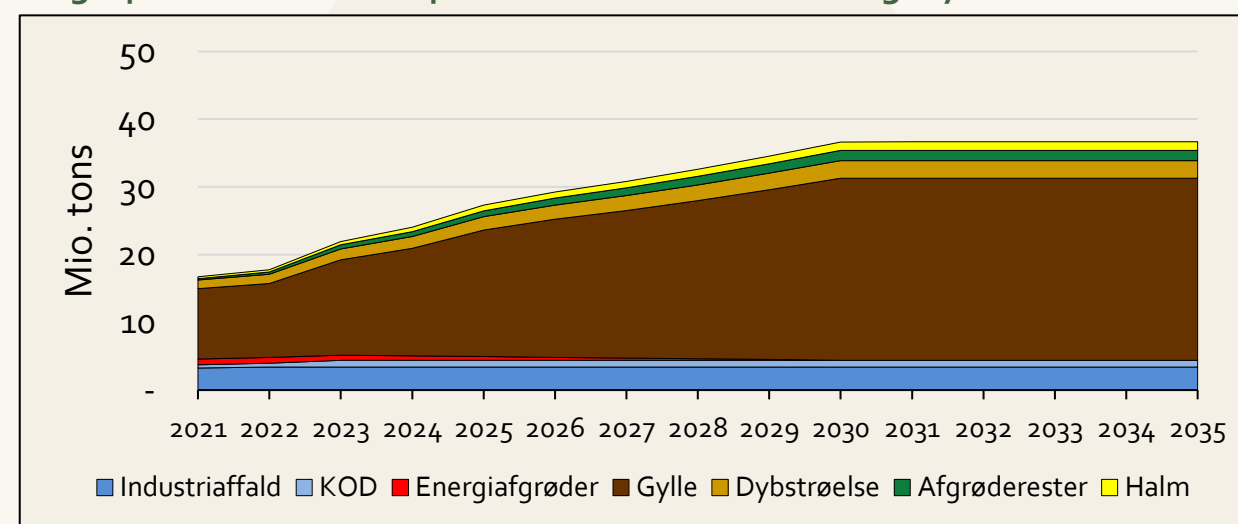
Svinegylle leverer cirka 10 procent af biogasproduktionen. Energiafgrøder vil være helt udfaset senest 2030.

Tre fjerdedele af biogasproduktionen hidrører direkte fra landbruget. Da industriaffald og madaffald (KOD) via fødevarekæden også har sin oprindelse i landbruget, står landbruget reelt for den samlede produktion af biogas.

Biogasproduktion fordelt på bioressourcer i PJ – Energistyrelse scenarie



Biogasproduktion fordelt på bioressourcer i ton – Energistyrelse scenarie



Energiproduktion og bioressourceudnyttelse

Biogasproduktion fordelt på bioressourcer – Biogas Danmark

Større mængder husdyrgødning og halm afgasses

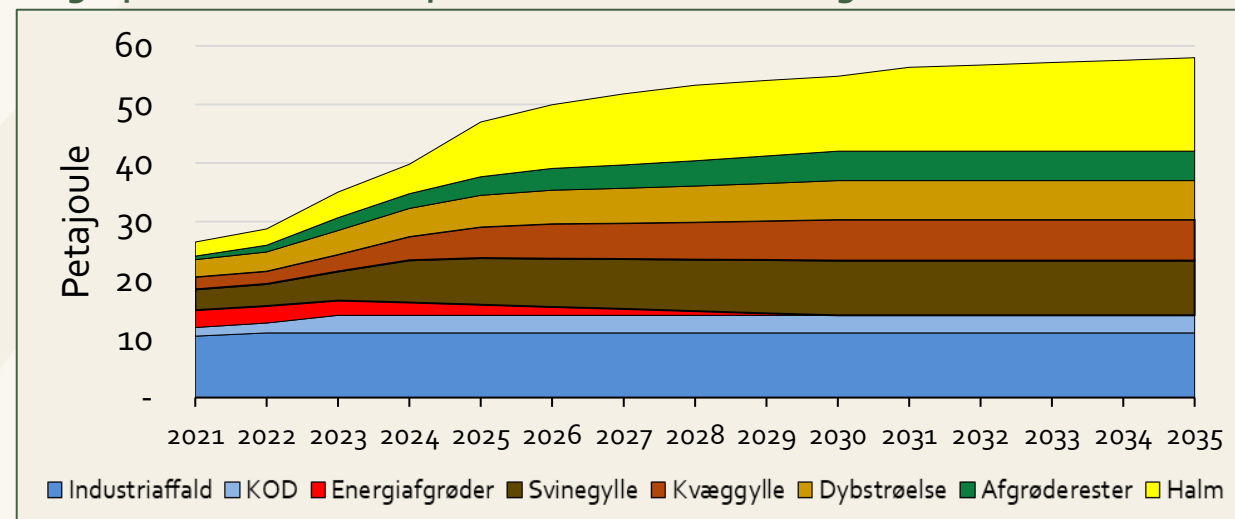
Biogas Danmark scenariet indebærer en betydelig stigning i biogasproduktionen. De tilgængelige ressourcer for denne vækst er primært halm og husdyrgødning, idet madaffald og industrielt affald antages fuldt udnyttet efter 2025.

I 2035 udgør husdyrgødning 75 procent af input og leverer 33 procent af biogassen i Biogas Danmark scenariet. Halm udgør ca. 4 procent af input, men leverer ca. 22 procent af biogassen.

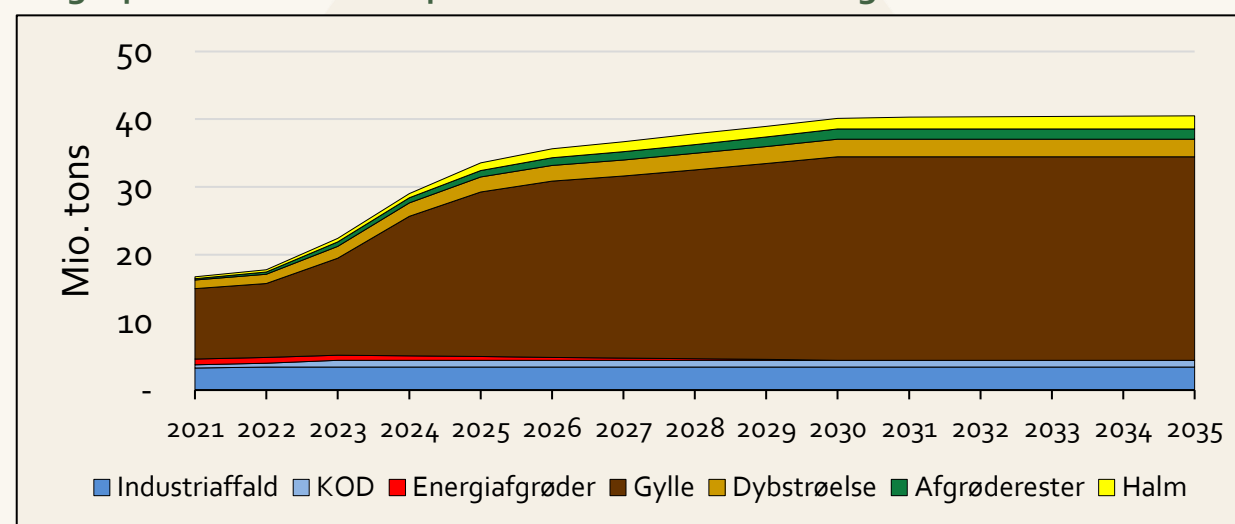
Svinegylle leverer 12 procent af biogasproduktionen i 2035.

Den kraftige stigning i afgasningen af halm forudsætter yderligere udvikling af metoder og teknologier til effektiv afgasning af halm. Samtidig vil det medføre et højere fiberindhold i den afgassede biomasse, hvilket forventes at fremme en udvikling i retning af separering af den afgassede biomasse og dermed produktion af designergødning, der tilpasses modtagernes behov.

Biogasproduktion fordelt på bioressourcer i PJ – Biogas Danmark scenarie



Biogasproduktion fordelt på bioressourcer i ton – Biogas Danmark scenarie



Energiproduktion og bioressourceudnyttelse

Afgasning af husdyrgødning og halm

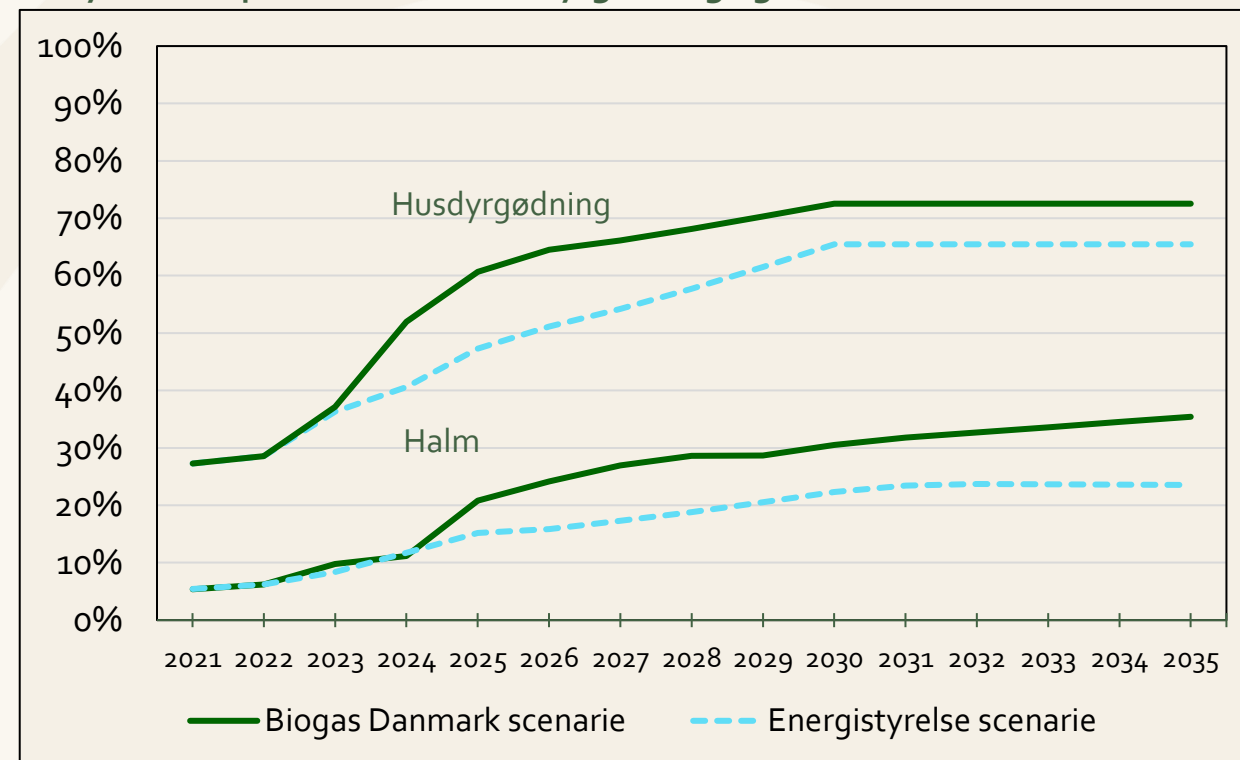
Betydeligt overskud af især halm

Selv om der i Biogas Danmark scenariet afgasses højere andele af husdyrgødning og halm i biogasanlæggene i forhold til Energistyrelse scenariet, vil der fortsat være et pænt uudnyttet overskud af især halm.

Energistyrelse scenariet forudsætter, at 65 procent af husdyrgødningen vil blive afgasset i biogasanlæg i 2030, mens Biogas Danmark scenariet indeholder afgasning af 70 procent af husdyrgødningen, da dette scenarie forøger den samlede biogasproduktion til 60 petajoule.

For halm vil Energistyrelse scenariet kræve, at cirka 20 procent af halmressourcen nyttiggøres til biogas i 2030, mens Biogas Danmark scenariet kræver, at 25 procent af halmen anvendes til biogas i 2030 stigende til 36 procent i 2035.

Udnyttelse af potentialet fra husdyrgødning og halm



Figuren viser hvor stor en andel af de samlede ressourcer af husdyrgødning og halm, der nyttiggøres til biogasproduktion i de to scenarier.

Forskning viser, at når halm og dybstrøelse afgasses i biogasanlæg, tilbageføres hovedparten af det langsomt omsættelige kulstof til landbrugsjorden. Dermed lagres der samme mængde kulstof på langt sigt, som hvis halmen blev nedmuldet direkte i jorden. ⁽¹⁹⁾

Energiproduktion og bioressourceudnyttelse

Stor samtidighed i elproduktion fra vind i Nordeuropa

Stort behov for back up i vindstille perioder

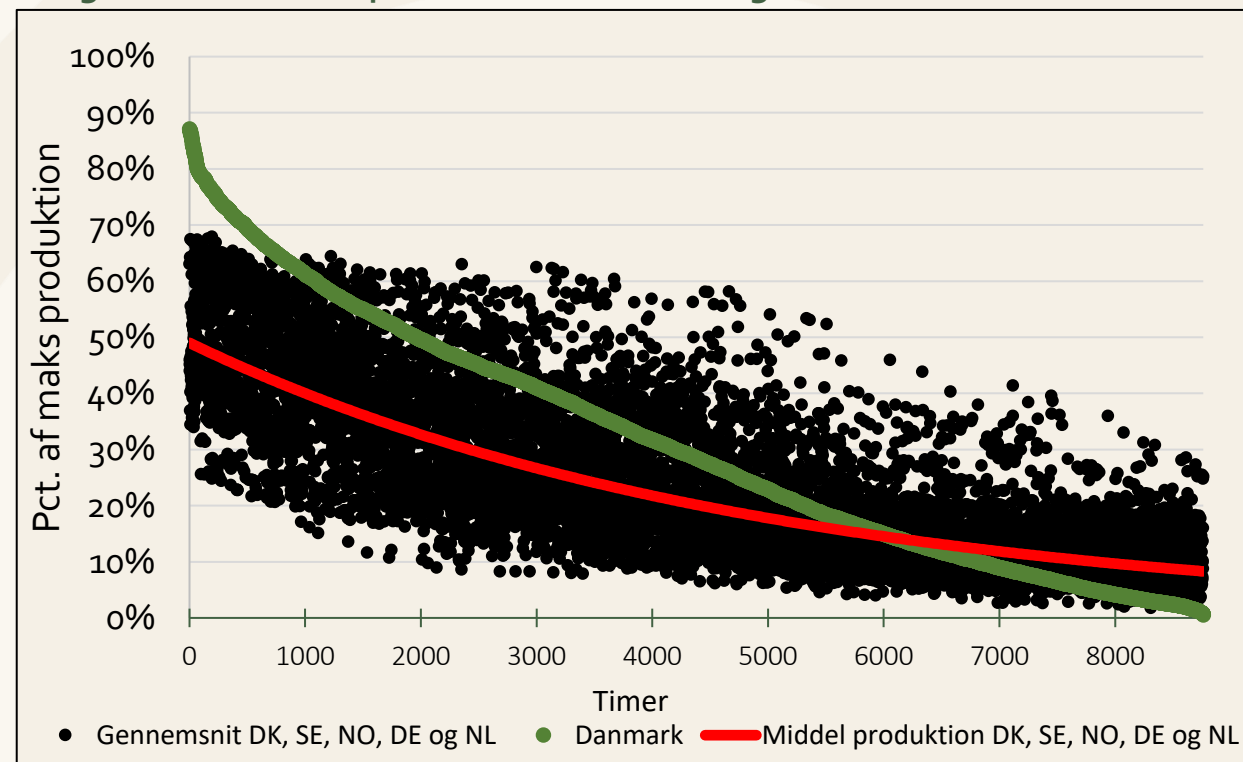
I de timer, hvor el fra vindkraft er lav i Danmark, er den generelt også lav i vores nabolande, og tilsvarende er den også høj næsten samtidig.

Det betyder, at selv en markant udbygning af udlandsforbindelserne ikke kan udligne så meget, at vindkraft bliver til den konstante energikilde, der kan fungere som grundlast.

Skal vindkraft dække en meget stor andel af elforbruget, skal der ske en kæmpe stor udbygning, for at de 3000 timer med lavest vind-elproduktion om året kan dække forbruget. Men så står vi med en elproduktion, der overstiger elforbruget i resten af året – og er mindst 3 gange så stor som elbehovet i de 2000 timer med højest vind-elproduktion .

Konklusionen er meget klar, at denne balancering skal klares ved en kombination af anden back up i de vindstille perioder og ny anvendelse til f.eks. PtX, når vind-elproduktionen er maksimal.

Varighedskurver for elproduktion i Danmark og nabolande i samme time



Kilde: *entsoe.eu - Actual Generation per Production Type' (20)*

Figuren viser time for time vindproduktionens andel af den installerede effekt, der leveres. Den grønne kurve viser den danske vindkraft rangordnet med den højeste time til venstre og faldende mod højre til det er næsten vindstille i hele Danmark. De enkelte prikker viser elproduktion i vindområderne i vores nabolande. Den røde viser middeltendensen i disse områder.

Energiproduktion og bioressourceudnyttelse

Potentiale til balancering af elnet med PtX produktion

Den biogene CO₂, der allerede indfanges på biogasanlæggenes opgraderingsanlæg, kan udnyttes på mindst 5 forskellige måder:

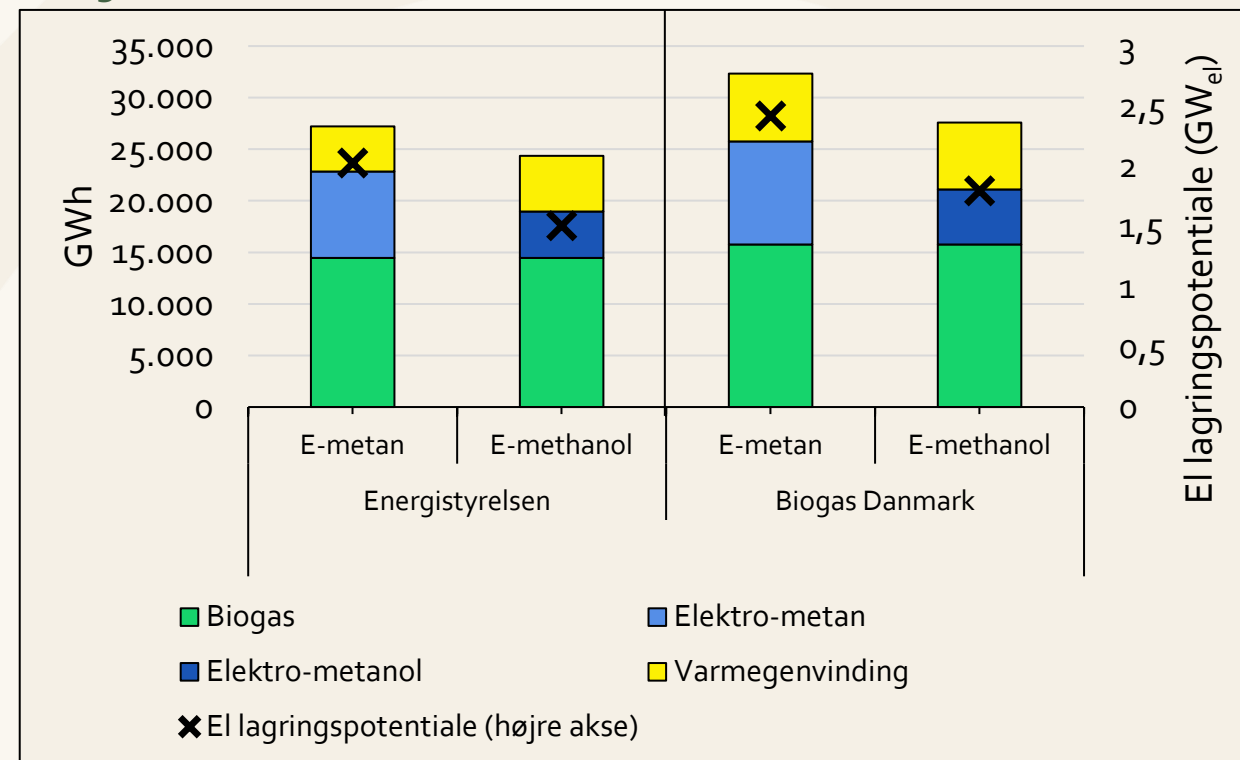
1. Erstatning af industriel CO₂, der i dag produceres fra naturgas.
2. Deponering ved CCS.
3. Binding med brint fra VE-el til elektro-metan (e-metan) ⁽²¹⁾
4. Binding med brint fra VE-el til elektro-metanol (e-metanol) ⁽²¹⁾
5. Erstatning af olie til industriel plast- og tekstilproduktion

Løsning 1 er den hurtigste og sker allerede på et par anlæg og med en økonomi uden tilskud. Løsning 5 er den langsigtede løsning da verden vil mangle kulbrinter til talrige produkter, når man stopper med at trække dem op af undergrunden.

Figureerne sammenligner PtX-løsninger med CCS og muligheden for at balancere el fra vindkraft og solpaneler kontinuerligt.

Den helt oplagte løsning er at skifte mellem PtX og CCS i takt med behovet for elbalancering i de enkelte timer.

CCUS potentiale i 2030 med CO₂-fangst på biogasanlæg – Biogas Danmark scenariet



Med de røde kryds er vist, hvor stor en el-effekt i GW, der kontinuert (time for time) kan konverteres til PtX-brændstoffer. Med blå er vist, hvor meget elektrobrændstof CO₂-udnyttelsen kan føre til. Med gult er vist, hvor meget varme der kan leveres fra elektrolyseprocessen, der leverer brinten. Ovenstående resultater kræver store lagre af enten CO₂ eller brint.

Energiproduktion og bioressourceudnyttelse

CO₂ fra biogas muliggør stor produktion af PtX-brændsler

Lagring af overskuds-el fra sol og vind

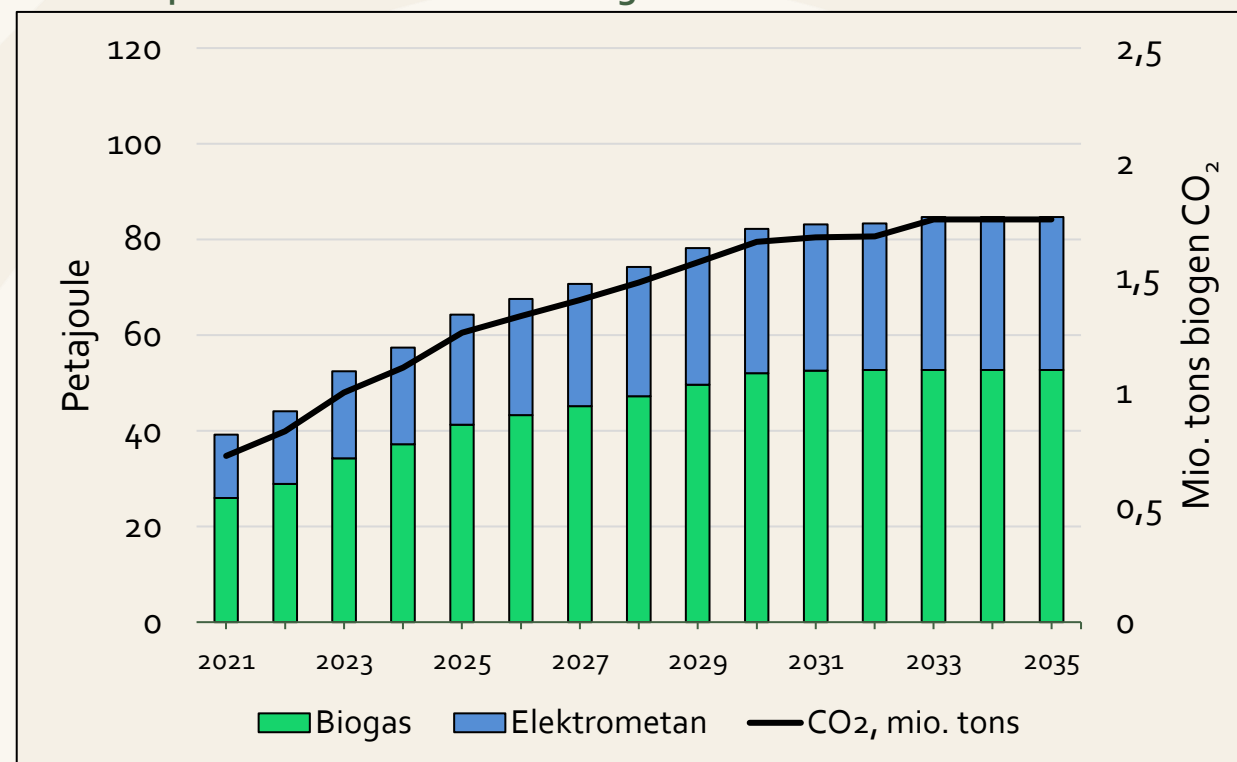
Biogen CO₂ fra biogas udskilles ved opgradering af biogas og er derfor let tilgængelig til produktion af Power-to-X brændstoffer. Disse fremstilles ved at anvende strøm fra vind og sol til produktion af brint ved elektrolyse. Brinten kombineres med CO₂, hvorved der kan produceres metan eller metanol.

Dermed kan den biogene CO₂ anvendes til at lagre overskydende elproduktion som let anvendeligt elektrobrændstof, for eksempel som e-metan eller e-metanol.

Figuren viser det fulde potentiale, hvis alt indfanget biogen CO₂ blev omsat til e-metan. Men det vil enten kræve, at CO₂ bliver lagret i de timer, hvor der ikke er overskydende elproduktion fra sol og vind, eller at der bliver lagret brint i de timer, hvor der er stort overskud af el fra sol og vind.

Overskydende el fra sol og vind kan forekomme når elproduktionen overstiger forbruget eller kapaciteten i elnettet.

Potentiel produktion af e-metan – Biogas Danmark scenariet



Den sorte linje viser, hvor mange tons CO₂, der årligt udskilles, når rå biogas opgraderes til koncentreret biometan (vist i de grønne søjler), inden det indføres i gasnettet. De blå søjler viser, hvor meget e-metan der potentielt kan produceres, hvis hele mængden af indfanget biogen CO₂ bindes med brint.

Klimaeffekt

Indhold

- 31: Samlet klimaeffekt af biogas
- 32: Klimaeffekt af biogas
- 33: Danmarks reduktionsmankøer
- 34: Klimarådet: Danmark kan ikke leve op til sine EU-forpligtelser
- 35: Klimaeffekt ved produktion og anvendelse af biogas
- 36: Klimaeffekt af gas- og elforbrug
- 37: Størst klimaeffekt ved udnyttelse af indfanget CO₂
- 38: Klimaeffekt ved flydende biogas
- 39: Biogen CO₂ fra biogas
- 40: Klimaeffekt i landbruget
- 41: Klimaeffekt af gyllehåndtering
- 42: Klimaeffekt for husdyrbrug
- 43: Klimaeffekt på landsplan
- 44: Potentiel klimaeffekt ved pyrolysegas og biochar
- 45: Livscyklusanalyser af klimaeffekt ved pyrolyse og biogas
- 46: Samlet klimapotentiale ved biogas, CCS og pyrolyse



CARBONDIOXID

Klimaeffekt

Samlet klimaeffekt af biogas

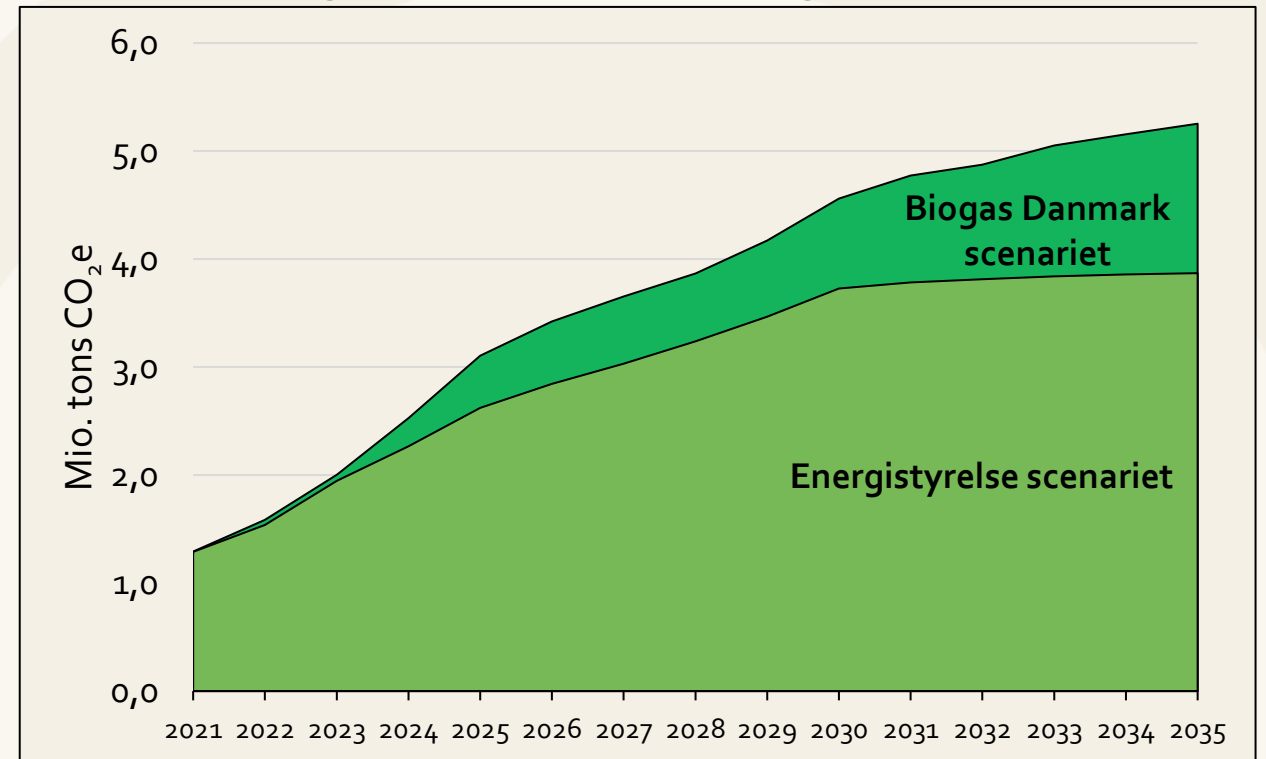
Biogas bidrager med en markant klimaeffekt

Den stigende biogasproduktion leverer et ganske betydeligt bidrag til, at Danmark kan nå 70 procentens klimamålet for 2030.

Energistyrelse scenariet viser, at biogas bidrager med en netto CO₂ reduktion på 2,6 mio. tons i 2025 og 3,7 mio. tons i 2030.

En gennemførelse af Biogas Danmarks politik-forslag kan øge klimagasreduktionen til 3,1 mio. tons CO₂ i 2025 og 4,6 mio. tons CO₂ i 2030.

To scenarier for årlig netto CO₂-reduktion ved biogasproduktion



Klimaeffekt

Klimaeffekt af biogas

Netto klimaeffekten af biogas er større end CO₂-reduktionen ved fortrængning af fossilt brændstof

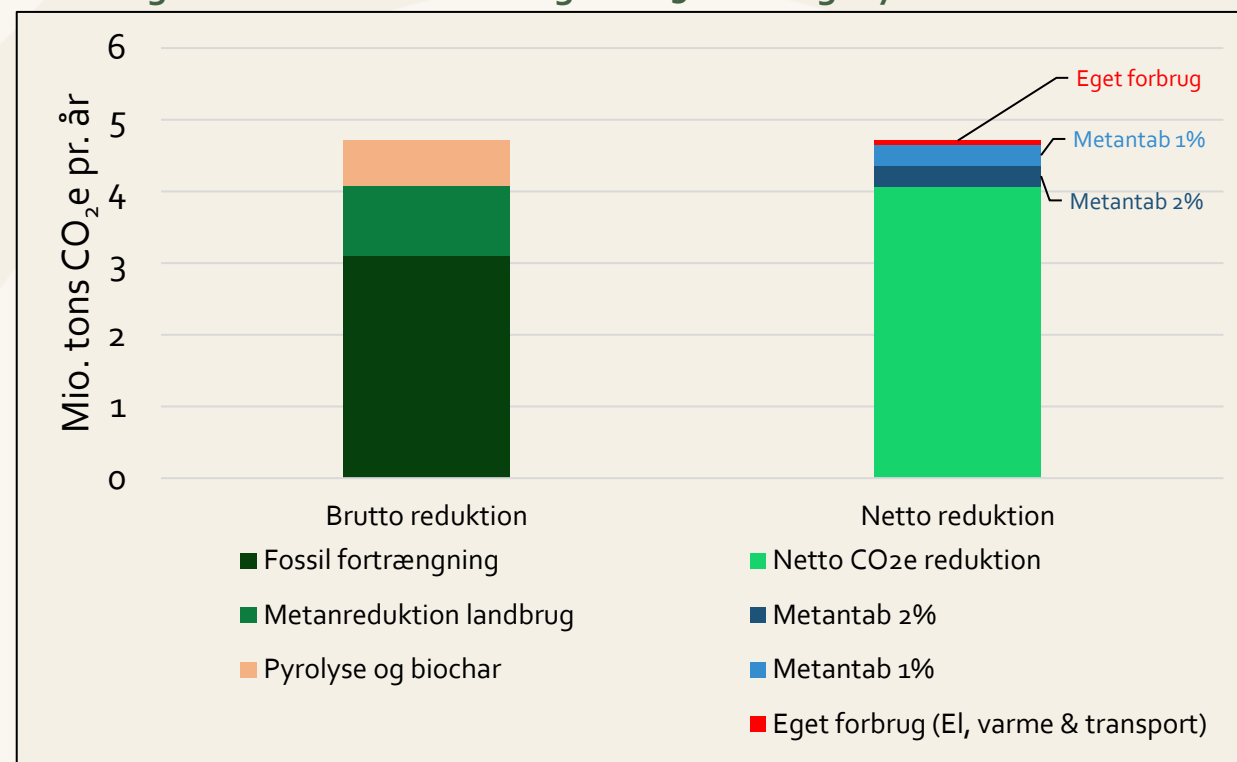
Biogas giver ikke blot en fortrængning af fossile brændstoffer. Når gylle afgasses i biogasanlæg, reduceres også klimaaftrykket fra metan fra opbevaringen af gyllen i landbruget. Men biogasproduktionen har også et klimaaftryk i form af metantab og egetforbrug af energi samt transport af biomasser og gødning.

Netto klimaeffekten beregnes ved at fratække CO₂-udledningen ved biogasanlæggenes eget energiforbrug samt metantab fra brutto klimaeffekten. I figuren er netto klimaeffekten vist ved et metantab på henholdsvis 1 og 2 procent.

I Energistyrelse scenariet betyder en biogasproduktion på 52 petajoule i 2030 en fortrængning af fossilt brændstof på godt 3 millioner tons CO₂, mens landbrugets metanemission reduceres svarende til cirka 1 million tons CO₂e.

Der fortrænges et fossilt energiforbrug med et udslip på over 3 millioner tons CO₂, hvilket er mindre end nettoreduktionen, der er på cirka 4,1 millioner tons CO₂e ved et metantab på 2 procent. Dermed er anvendelsen af biogas klimaneutral.

Brutto og netto klimaeffekt af biogas i 2030 – Energistyrelse scenariet



Brutto samt netto klimagasreduktionerne for Energistyrelse scenariet viser samlet, at biogassen, der fortrængner fossil gas, er netto klimaneutral ved et metantab på 2 procent.

Metantabet blev i 2020-21 målt til cirka 2 procent på en række landbrugsbaserede biogasanlæg ⁽⁶⁾, og i 2022 er der vedtaget en ny regulering, der skal bringe metantabet ned på 1 procent. Denne regulering er trådt i kraft 1. januar 2023. ⁽⁷⁾

Klimaeffekt

Danmarks reduktionsmankoe

Biogas Danmarks forslag betyder, at både EU – forpligtigelse og egne 2025-mål kan honoreres

Klimarådet konkluderer i deres årlige evaluering af regeringens klimatiltag, at selv om både 2025- og 2030-målene nås, kommer Danmark til at mangle en reduktion på over 6 mio. tons CO₂e for at leve op til EU's krav til reduktioner af klimagasser uden for kvotesektoren og LULUCF i perioden 2021 til 2030. ⁽³⁾

Klimarådet finder det yderligere usandsynligt, at Danmarks klimamål for 2025 kan nås.

Klimarådets opgjorte reduktionsmankoe er vist i tabellen til højre.

Biogas Danmarks forslag til politiske tiltag kan sikre, at Danmark både kan leve op til EU-kravene og nå inden for målskiven i 2025.

Af tabellen ses, at en forøgelse af CO₂-fortrængningskravet med 2 procent fra 2025 til 2030 vil dække hovedparten af mankoerne ⁽⁴⁾, mens en fremrykning af biogasudbud i kombination med CO₂-afgiftsrefusion vil levere resten.

Biogas Danmarks forslag kan fjerne reduktionsmankoen

Klimarådets opgørelse	Dansk mål	EU krav 2021 - 2030	
Mio. tons CO ₂	2025	Akkumuleret Non ETS	Akkumuleret ETS
Reduktionsmanko 50%. 2025*	0,9	6,9	
Reduktionsmanko 54%, 2025*	4,0	6,1	
Effekter af Biogas Danmarks forslag			
Co2 fortrængningskrav +2 %**	0,7	5,6	0
Fremrykning af udbudspuljer	0,2	0,5	0,5
CO2 afgiftsrefusion	0,4	1,2	1,2
I alt	1,3	7,3	1,7
*Klimarådet statusrapport 2023			
** Aftale om grøn omstilling af vejtransporten			

Tabellen viser Klimarådets 2023 vurdering af Danmarks reduktionsmanko for dels at nå egne klimamål i 2025 og ikke mindst at leve op til EU's krav til reduktioner uden for kvotesektoren. 2025 målet opgøres som et gennemsnit over årene 2024 til 2026.

Under mankoen vises, hvor meget Biogas Danmarks politik forslag kan reducere de af Klimarådet ⁽³⁾ opgjorte mankoer.

Klimaeffekt

Klimarådet: Danmark kan ikke leve op til sine EU-forpligtigelser

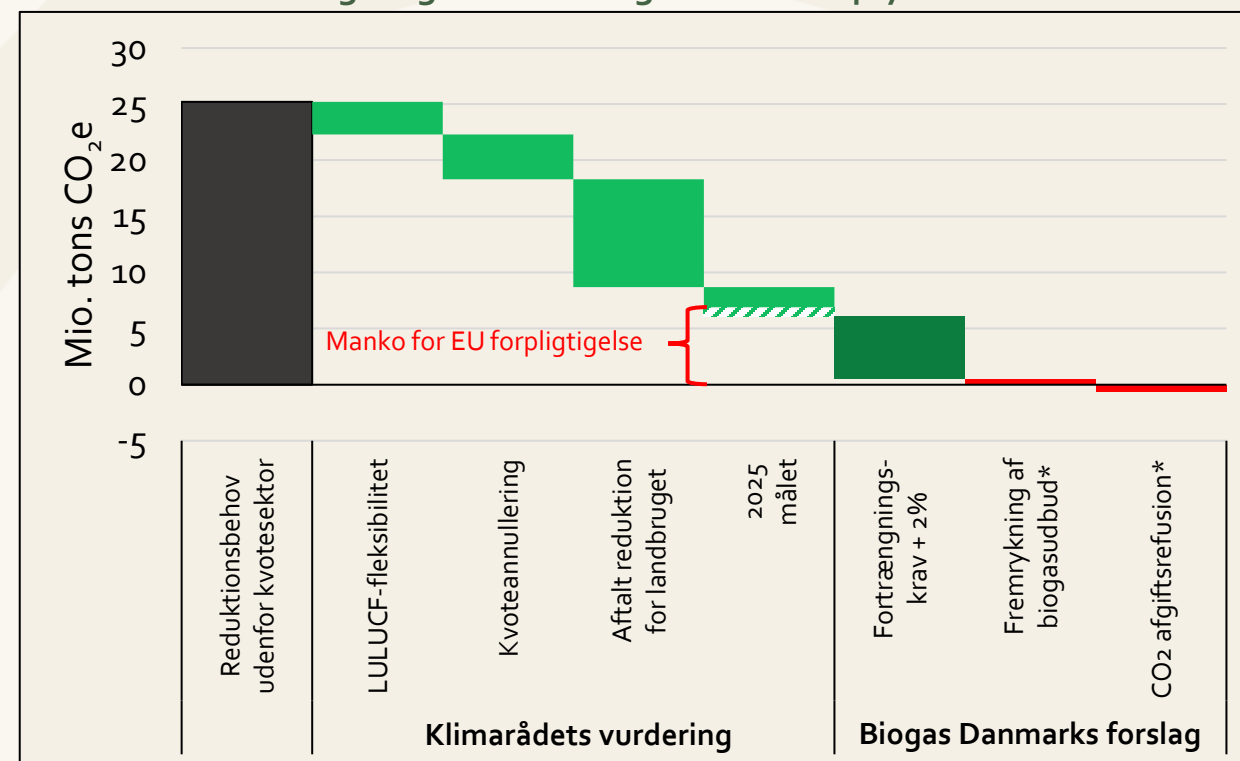
Klimarådet påpeger i deres 2023 evaluering at Danmark ikke kan leve op til EU's klimakrav

Klimarådets statusrapport fra 2023 fastslår, at selv om Danmark når både vores egne klimamål i 2025 og 2030 på henholdsvis 54 procent og 70 procent reduktion af klimagasser, så kan vi fortsat ikke leve op til EU's krav om at reducere klimagasserne uden for kvotesektoren med 50 procent og LULUCF i perioden 2021 til 2030. ⁽³⁾

Klimarådet opgør reduktionsbehovet til 25,2 mio. tons CO₂e. LULUCF-fleksibilitet, annullering af CO₂ kvoter, den aftalte reduktion i landbruget plus overholdelse af Danmarks 2025 er ikke nok til, at Danmark kan honorere EU kravene. Der mangler fortsat mellem 6 og 7 mio. tons CO₂e.

Biogas Danmarks politik-forslag kan give et substantielt bidrag til den manko, som det illustreres i figuren. At Klimarådet sår tvivl om de øvrige tiltag, gør kun Biogas Danmarks forslag endnu vigtigere.

Reduktionsmanko og biogassens bidrag til EU- målopfyldelse



Figuren illustrerer til venstre Klimarådets opgørelse af den manko, der er, for at Danmark kan opfylde EU kravet om at reducere udledningen af klimagasser uden for kvotesektoren og i LULUCF (arealer og skov).

Til højre er illustreret, hvorledes Biogas Danmarks politik-forslag kan give et substantielt klimabidrag. Klimaeffekten af fremrykning af biogasudbud og CO₂-afgiftsrefusion vurderes at have effekt i ikke-kvote og kvotesektoren.

Klimaeffekt

Klimaeffekt ved produktion og anvendelse af biogas

Markant drivhusgasreduktion fra biogas

Energistyrelse scenariet giver en årlig netto klimagasreduktion fra 2030 til 2035 på cirka 4,5 millioner tons CO₂e.

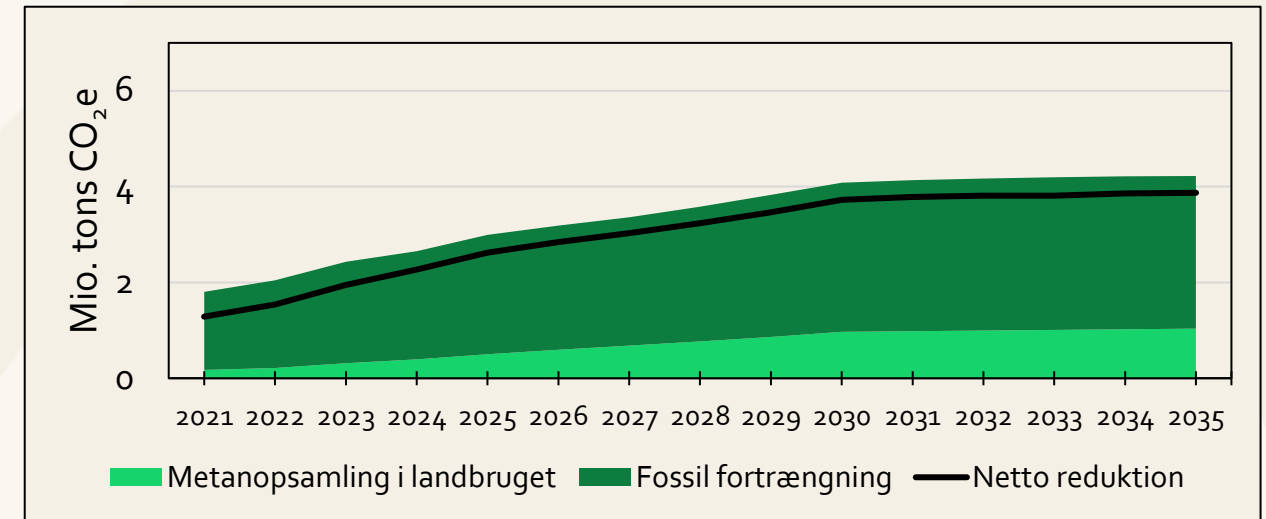
Biogas Danmark scenariet øger reduktionen til 5,3 millioner tons CO₂-ækvivalenter i 2030 stigende til 6 millioner tons i 2035.

Beregningen af nettoklimaeffekten er baseret på reduktion af metanudledning fra husdyrgødning i landbruget samt fortrængning af fossile brændsler. Desuden fratrækkes CO₂-udledning ved transport af biomasse og gødning samt biogasanlæggenes energiforbrug og metantab fra anlæggene.

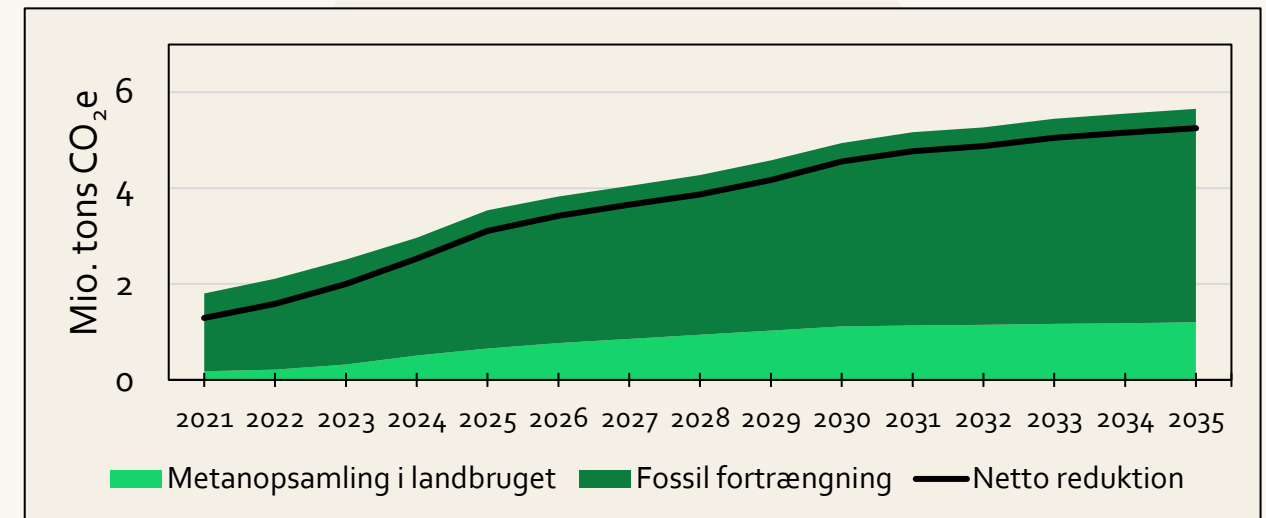
Det forudsættes, at CO₂-udledning fra biogasanlæggenes energiforbrug gradvist reduceres ved indfasning af varmepumper.

Der er indregnet et metantab på 2,1 procent fra 2021. Fra 1. januar 2023 indføres regulering af metantab, og på den baggrund antages, at metantabet gradvist reduceres til 1 procent fra 2024. ⁽⁷⁾

Klimaeffekt ved produktion og anvendelse af biogas - Energistyrelse scenarie



Klimaeffekt ved produktion og anvendelse af biogas - Biogas Danmark



Netto klimagasreduktion er efter fradrag af metantab og biogasanlæggenes energiforbrug til proces og transport.

Klimaeffekt

Klimaeffekt af gas- og elforbrug

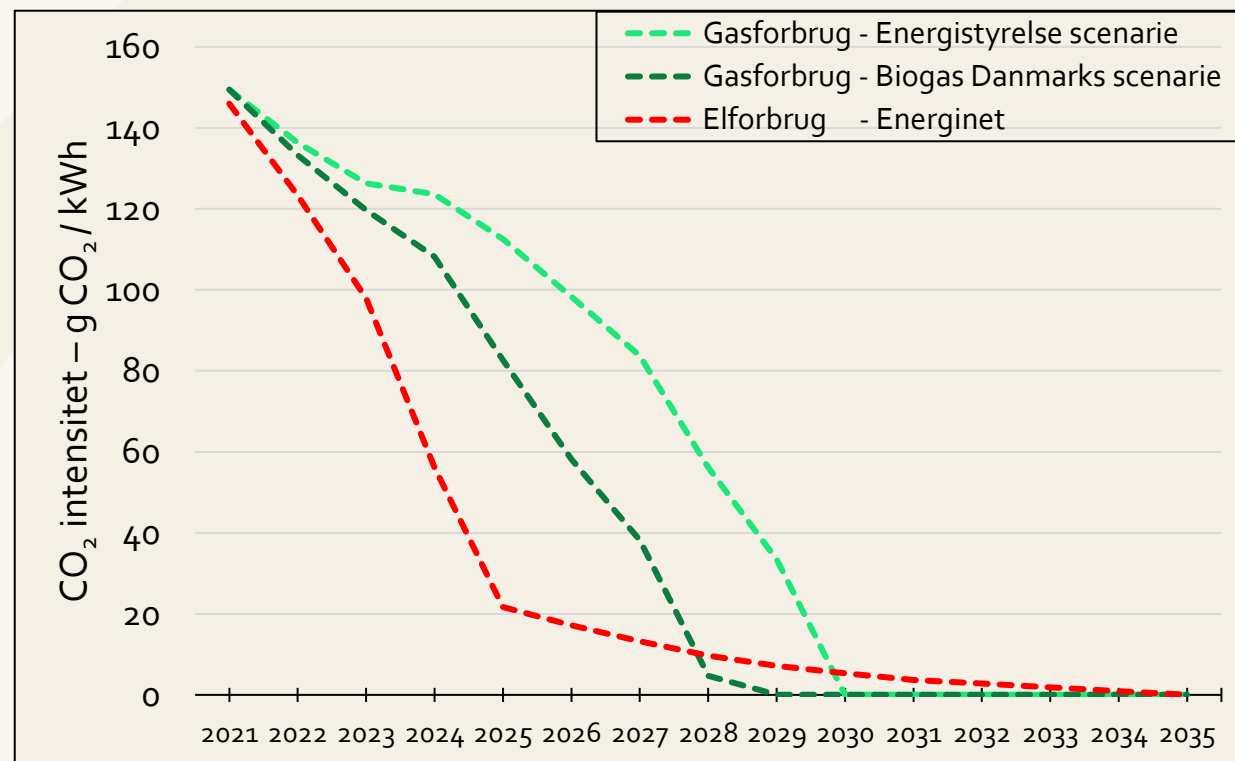
Klimaaftrykket fra el- og gasforbruget kan reduceres drastisk frem mod 2030.

Det danske gas- og elforbrug har aktuelt samme klimaaftryk.

Klimaaftrykket fra både el- og gasforbruget vil kunne nå tæt på at være klimaneutralt omkring 2028, hvis Biogas Danmarks politiske forslag bliver gennemført og de politisk besluttede havvindmølleparker bliver realiseret

Hvis Energistyrelsens prognose for biogasproduktion og gasforbrug bliver resultatet, vil gasforbrugets klimaaftryk også falde, men med nogle års forsinkelse, og der opnås ikke et klimaneutralt gasforbrug før 2030.

Prognoser for udvikling af klimaaftrykket fra gas- og elforbruget i Danmark



Fremskrivningen af klimaaftrykket i elforbruget er udført af Energinet.⁽²²⁾ Biogas Danmark har beregnet klimaaftrykket i gasforbruget, dels baseret på Energistyrelsens forventninger til udviklingen i biogasproduktionen, dels med udgangspunkt i Biogas Danmark scenariet.

Klimaeffekt

Størst klimaeffekt ved udnyttelse af indfanget CO₂

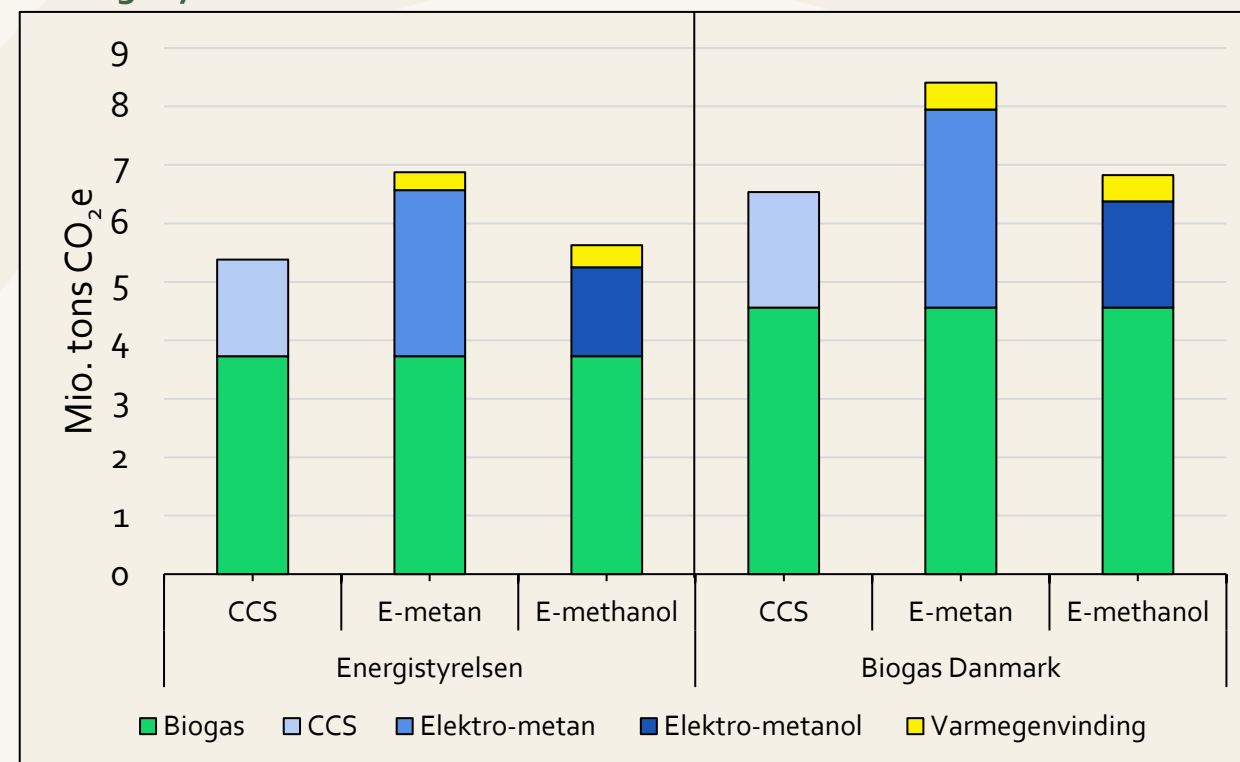
Den biogene CO₂, der indfanges på biogasanlæggenes opgraderingsanlæg, kan udnyttes på mindst 5 forskellige måder:

1. Deponering som CCS.
2. Binding med brint fra VE-el til elektro-metan (e-metan) ⁽²¹⁾
3. Binding med brint fra VE-el til elektro-metanol (e-metanol) ⁽²¹⁾
4. Erstatning af industriel CO₂ der i dag produceres fra naturgas.
5. Erstatning af olie til industriel plastproduktion

Løsning 4 vil være den mest oplagte og sandsynligvis med den højeste klimaeffekt. Det er ikke lykkedes at skaffe data for dette endnu. Der er i 2023 stor industriel efterspørgsel og høje priser grundet mangel på naturgas.

Det ses, at e-metan leverer den største drivhusgasreduktion, men alene fordi den kan binde en større energimængde fra VE-el.

Drivhusgasreduktions potentiale i 2030 ved CO₂-fangst på biogasanlæg – Energistyrelse scenariet



Figuren sammenligner CCS og to PtX-løsninger, herunder deres umiddelbare klimaværdi samt muligheden for at balancere el fra VE-anlæg.

Klimaeffekt

Klimaeffekt ved flydende biogas

Mulighed for grøn omstilling af tung transport

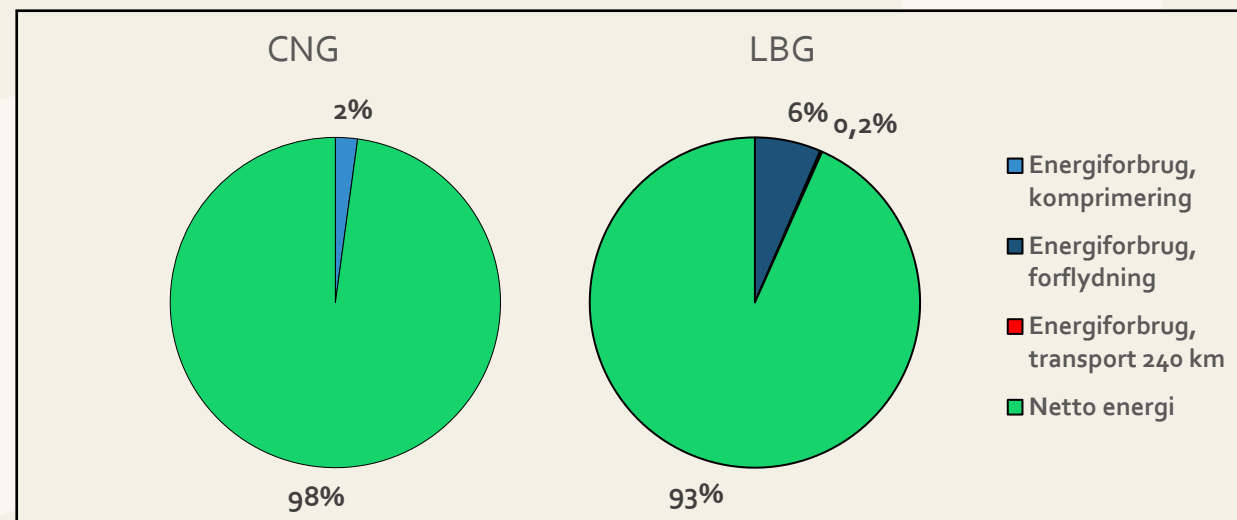
Flydende biogas (LBG = Liquefied Bio Gas) er kølet ned til cirka -160°C , hvorved der opnås en højere energitæthed og dermed et lavere volumen. Dette er en fordel, når gassen skal anvendes som brændstof i skibe eller lastbiler, der har behov for lang rækkevidde. På det europæiske marked har der i en årrække været stigende efterspørgsel efter gaslastbiler med tanke til flydende gas, der giver en rækkevidde på 1.000 til 1.500 km.

Efterspørgslen efter LBG til disse lastbiler er kraftigt stigende i vores nabolande, og i Danmark vil LBG kunne bidrage markant til grøn omstilling af de tungeste vægtnklasser i vejgodstransporten samt skibsfarten, hvis Biogas Danmarks forslag om at øge CO_2 -fortrængningskravet til transporten øges.

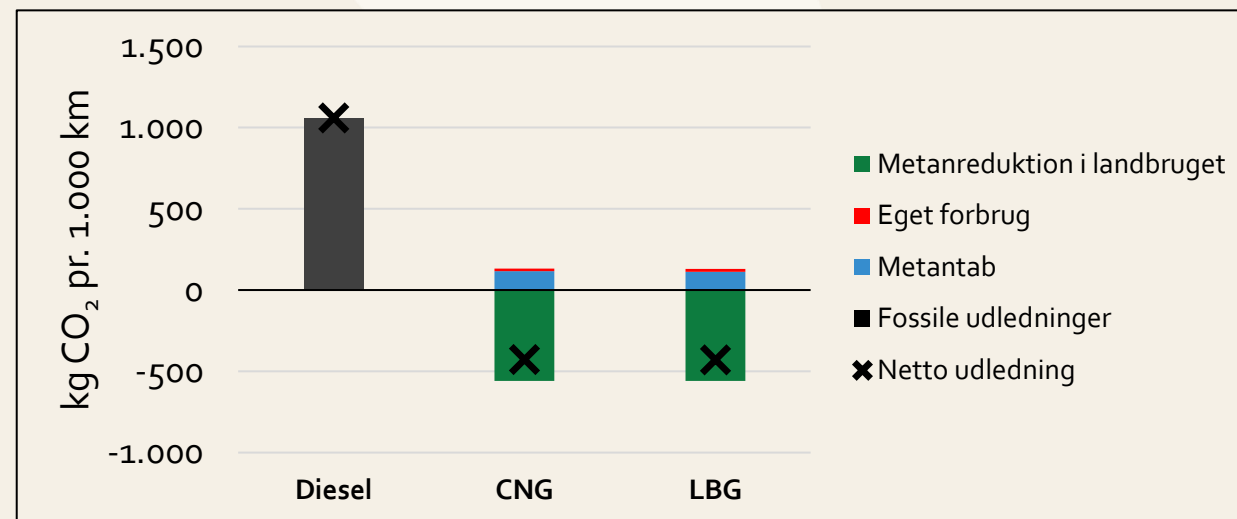
Den øverste figur viser, at det er muligt at udnytte 93 procent af energien i biogassen efter forflydning og transport af LBG'en over en distance på 240 km.

Den nederste figur viser, at ved anvendelse af biogas fra husdyrgødning er der på tværs af sektorer en samlet netto klimareduktion, der langt overstiger fortrængningen af fossil diesel. Dermed er biogas et klimaneutralt brændstof.

Energieffektivitet ved produktion og transport af LBG i Danmark



Klimareduktion ved fortrængning af diesel med LBG



Klimaeffekt

Biogen CO₂ fra biogas

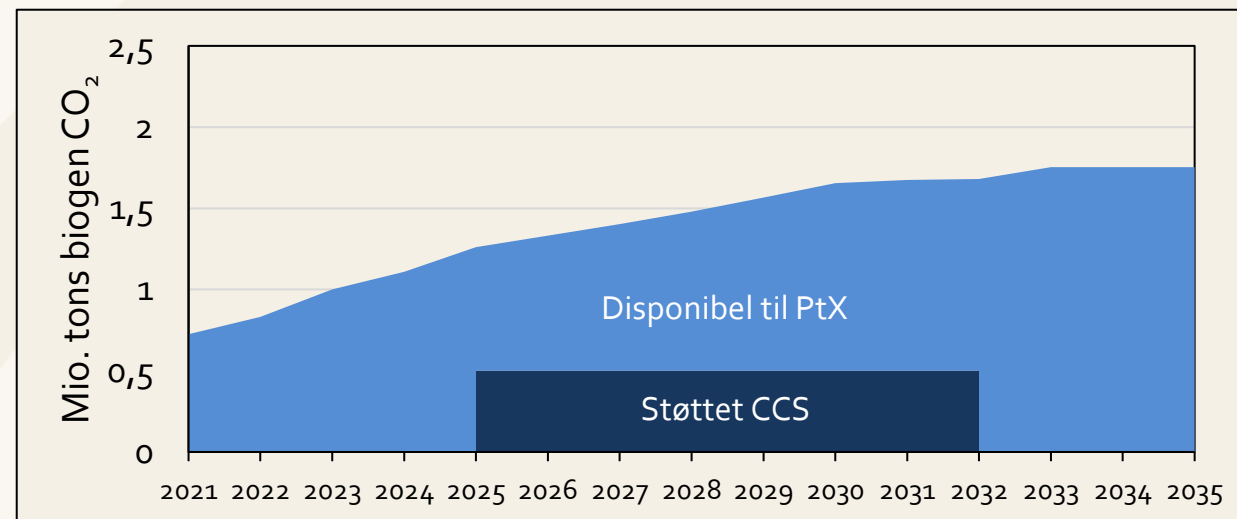
Stort potentiale i anvendelse af CO₂ fra biogas

CO₂ fra biogas betegnes som biogen CO₂, da den har sin oprindelse i planter, der har hentet CO₂'en ud af luften ved fotosyntese. Denne CO₂ ville under alle omstændigheder blive ledt tilbage til atmosfæren ved naturlig nedbrydning af plantematerialet.

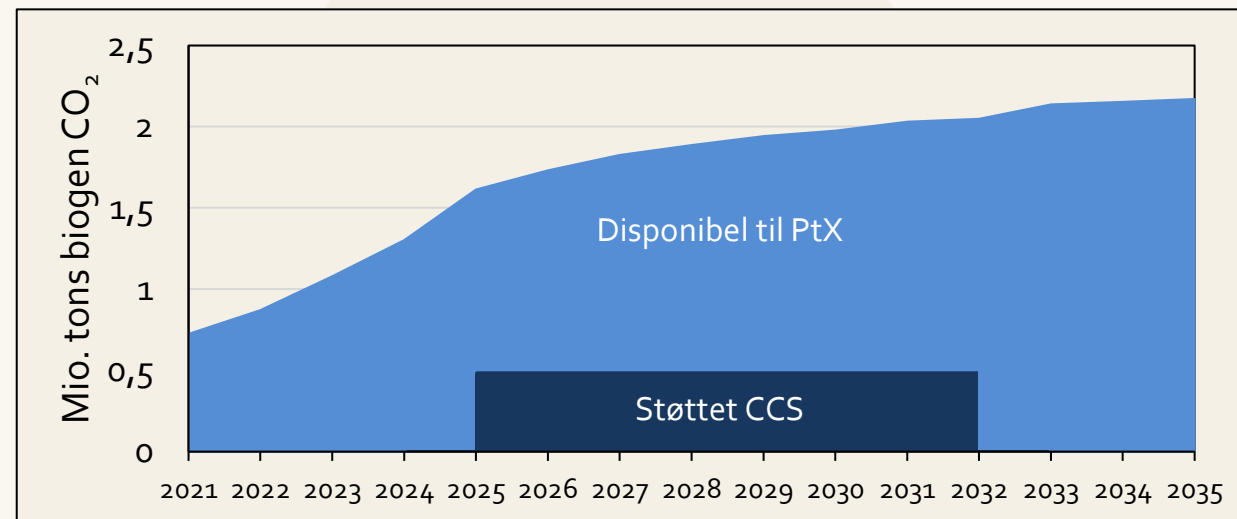
Biogas indeholder typisk 60-65 procent biometan og 35-40 procent biogen CO₂. Ved opgradering af biogassen til den kvalitet, der kræves i gasnettet, udskilles CO₂'en og er dermed let tilgængelig på biogasanlæggene. Der er et stort potentiale i at anvende denne CO₂ til enten CO₂-lagring (CCS), Power-to-X (PtX) eller industriel anvendelse af CO₂, der i dag er fossilt baseret.

Mens Energistyrelse scenariet giver et disponibelt CO₂-potentiale på knap 1,7 millioner tons om året, så giver Biogas Danmark scenariet et disponibelt potentiale på over 2 millioner tons om året i 2030. Der er vedtaget en støtteordning, som giver mulighed for at lagre biogen CO₂ i perioden 2024-2032. Støtteordningen giver mulighed for, at der samlet lagres 4 millioner tons biogen CO₂.⁽²³⁾

Disponibel CO₂ til PtX og CCS – Energistyrelse scenarie



Disponibel CO₂ til PtX og CCS – Biogas Danmark scenarie



Klimaeffekt

Klimaeffekt i landbruget

Stor synergi med hyppig udslusning og køling

Landbruget står ligesom det øvrige samfund over for en stor klimaudfordring og har som den eneste sektor et bindende klimamål. Med klimaaftalen for landbruget fra 2021 kræves hyppig udslusning af gylle fra eksisterende slagtesvinestalde og i alle nye svinestalde fra 1. januar 2023.⁽²⁴⁾

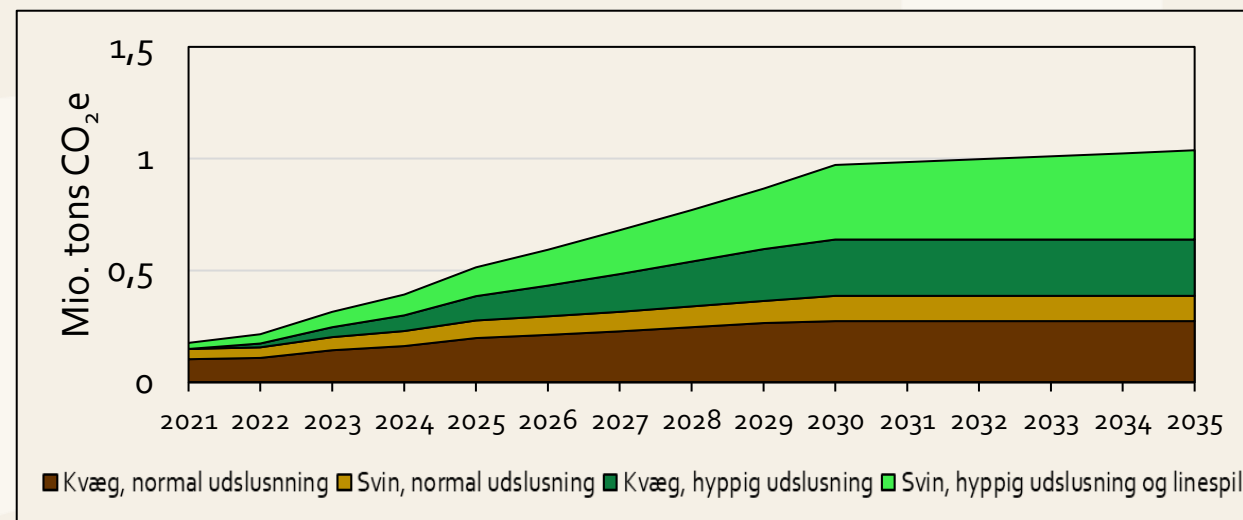
Landbrugsstyrelsen har tidligere finansieret et rådgivningsprojekt med deltagelse af en række biogasanlæg og ca. 400 leverandører af svinegylle, hvor effekten i eksisterende stalde er dokumenteret.

Effekten vil være endnu højere i nye stalde, hvor der etableres hyppig udslusning med ugentlig udpumpning af gyllen eller dagligt i stalde med linespil.

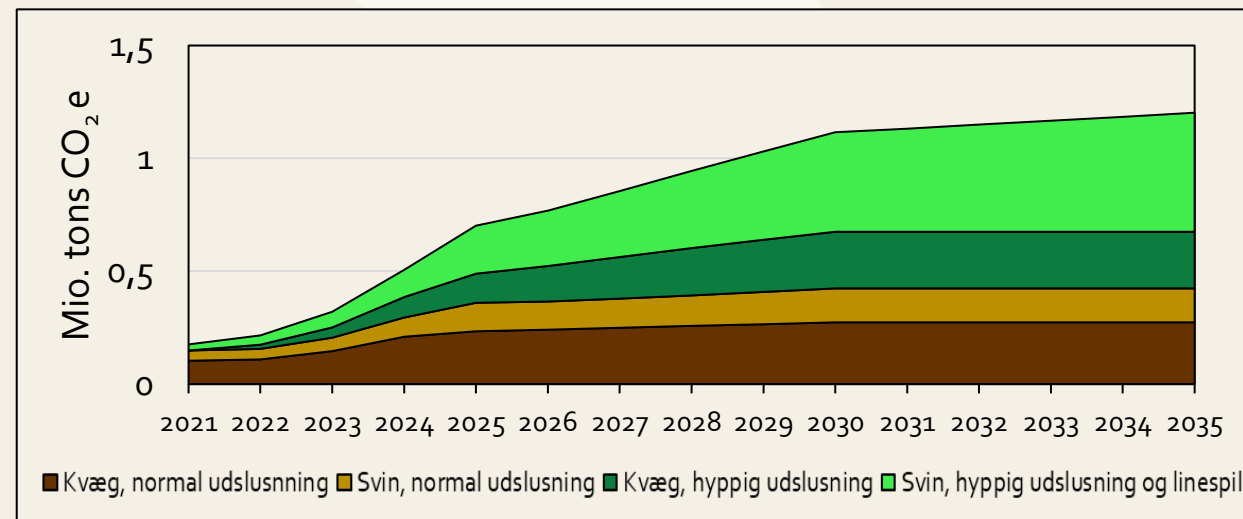
Afgasning af husdyrgødning har dermed en ekstra klimaeffekt, idet udledningen af metan fra stalde og gyllelagre mindskes, samtidig med at den producerede biogas erstatter fossil gas og dermed reducerer udslippet af CO₂ herfra.

Den samlede klimagevinst er ca. 4,4 mio. tons CO₂e i Energistyrelse scenariet og knap 6 mio. tons i Biogas Danmark scenariet, heraf ca. 1,2 mio. tons i landbruget.

Klimaeffekt ved hyppig udslusning/gyllekøling – Energistyrelse scenarie



Klimaeffekt ved hyppig udslusning/gyllekøling – Biogas Danmark scenarie



Klimaeffekt

Klimaeffekt af gyllehåndtering

Hurtig udslusning fra staldene og afgangning af husdyrgødningen mindsker klimapåvirkningen

Når husdyrgødningen oplagres i gyllekanalerne i staldene eller i gylletanken, sker der en biologisk omsætning, som fører til dannelse af drivhusgassen metan. Når gyllen afgasses i et biogasanlæg, opsamles denne metan, og dermed reduceres landbrugets klimapåvirkning. Samtidig kan den producerede biogas fortrænge fossil energi og dermed mindske udslippet af CO₂.

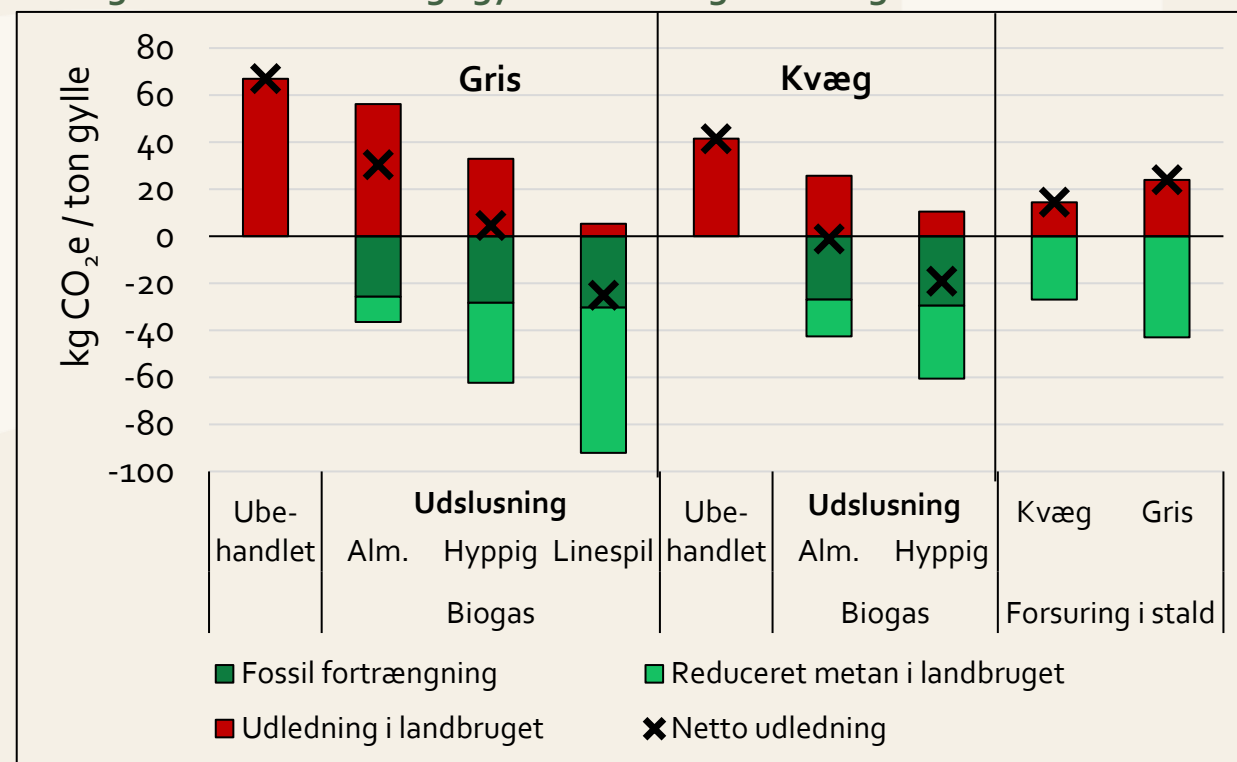
Klimagevinsten kan optimeres ved, at gyllen flyttes hurtigere fra staldene til biogasanlægget. Enten ved hyppig udslusning af gyllen en gang om ugen eller dagligt via såkaldte linespil.

En optimal gyllehåndtering i staldene kombineret med biogas kan dermed eliminere husdyrgødningens klimapåvirkning.

Udledningen af metan kan også reduceres ved at tilsætte svovlsyre til gyllen. Hvis gyllen forsures i stalden, kan den imidlertid ikke i samme omfang nyttiggøres i biogasanlæg.

Forsuring har dermed ikke biogassens dobbelte klimaeffekt, og dermed er både klimaeffekten i landbruget og den samlede netto CO₂-reduktion mindre ved forsuring end ved biogas.

Klimagevinst ved forskellige gyllehåndteringsteknologier ^(25, 26)



Figuren viser klimaeffekten ved forskellige teknologier til gyllehåndtering. De røde farver viser klimagasudledningen i landbruget. De lysegrønne viser metanreduktionen i landbruget, mens de mørkegrønne viser klimaeffekten ved, at biogas fortrænger fossil naturgas og diesel. De sorte kryds viser netto klimaeffekten ved de forskellige teknologier. Det ses, at ved produktion af grise er den mest effektive teknologi linespil med en netto klimaeffekt på -25 kg CO₂ pr. ton gylle, mens hyppig udslusning er mest effektiv ved kvæg med en netto klimaeffekt på cirka -20 kg CO₂ pr. ton gylle.

Klimaeffekt

Klimaeffekt for husdyrbrug

Biogas eliminerer klimagasser fra husdyrgødningen

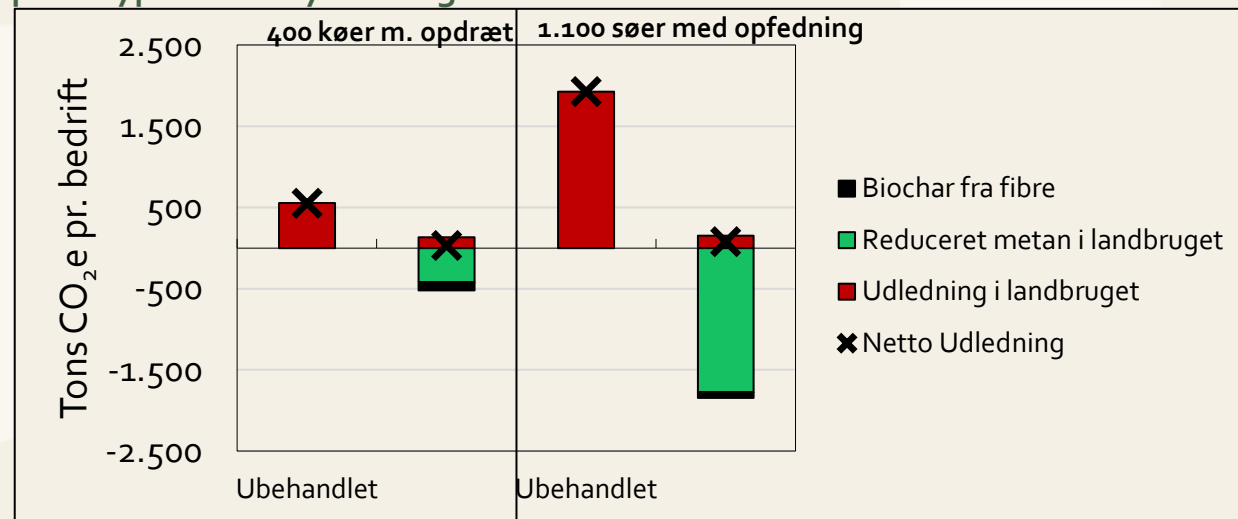
Afgasning i biogasanlæg kan stort set eliminere metanudledning fra husdyrgødningen fra såvel kvæg som grise. Dette er her illustreret for to typiske brug med henholdsvis 400 køer med opdræt og 1.100 søer med opfødning af alle smågrisene.

Der opnås en reduktion i metanudledningerne på cirka 95 pct. for både kvæg og grise, når gyllen sluses hurtigt ud af stalden og tilføres biogasanlægget.

Hvis den afgassede biomasse separeres, og fiberfraktionen leveres til et pyrolyseanlæg, opnås en yderligere klimaeffekt. Dels kan den producerede pyrolyseolie og -gas erstatte yderligere fossil energi, dels kan den CO₂, som er opsugt fra atmosfæren, fastholdes i længere tid i form af biochar.

Det reducerede metanudslip fra afgangningen af husdyrgødningen bidrager til at reducere landbrugets klimapåvirkning.

Klimaeffekt ved hyppig udslusning af gylle til biogas og pyrolyse af fiberdel på to typiske husdyrforbrug



Klimaeffekter opgjort pr. husdyrbrug og pr. tons gylle

Klimaeffekt ved biogas, hyppig udslusning, CCS, pyrolyse og biochar		
Ton CO ₂ e pr typiske bedrift	Køer m. opdræt	Søer med opfødning
Udslip fra stald og lager for ubehandlet gylle	553	1.926
Udslip efter hyppig udslusning, biogas og biochar	33	80
Samlet reduktion på bedriften	520	1.846
Klimaeffekt i landbruget af hyppig udslusning af gylle til biogas og pyrolyse af fiberdel		
kg CO ₂ e pr ton gylle	Kvæg	Grise
Udslip, ubehandlet gylle	41	67
Udslip afgasset gylle	10	5
Effekt af biogas	-31	-62
Biochar fra fibre	-8	-3
Reduktion klimagasser	-39	-64
Reduktion i procent	-94	-96

Klimaeffekt

Klimaeffekt på landsplan

Markant reduktion af klimagasser ved hurtig udslusning til biogas- og pyrolyseanlæg

Hvis 65 procent af husdyrgødningen i 2030 sluses hurtigt ud af staldene og tilføres biogasanlæg, der anvender restfiberfraktionen til pyrolyse, kan metanudledningen i landbruget reduceres med ca. 1 mio. ton CO₂e.

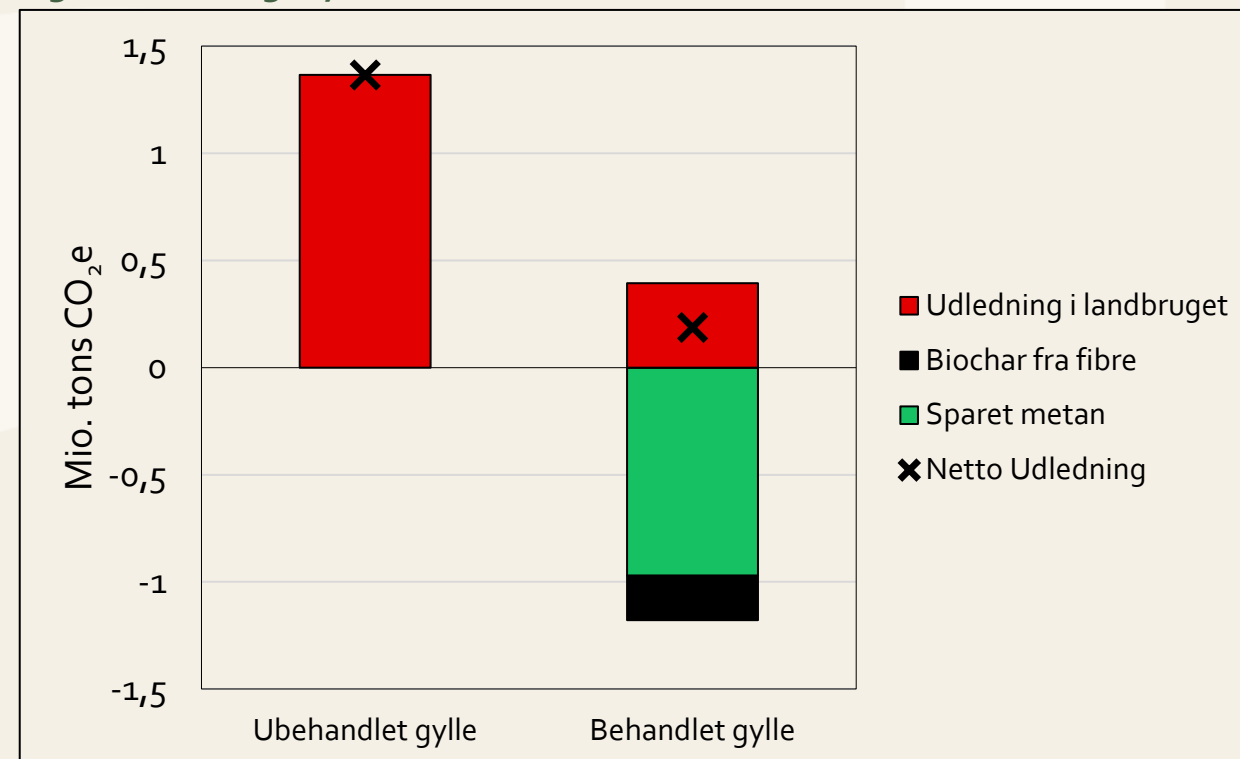
De 65 procent svarer til den andel af husdyrgødningen, som afmetaniseres i Energistyrelse scenariet.

Får 100 % af husdyrgødningen denne behandling, bliver reduktionen tilsvarende forøget.

I figuren ses effekterne af de enkelte tiltag.

Pyrolyseeffekten fremkommer ved at deponere biochar fra den fiberdel, der er til rest efter afgangning af husdyrgødningen.

Samlet klimaeffekt i landbruget, når 65 procent af husdyrgødningen afgasses – Energistyrelse scenariet



Figuren viser det landsdækkende klimaaftryk for de cirka 65 procent af husdyrgødningen, som afmetaniseres i Energistyrelse scenariet. Den røde søjle viser den samlede udledning, hvis husdyrgødningen ikke sluses hurtigt ud af stalden og leveres til afmetanisering på biogasanlæg, mens søjlen til højre viser, hvor meget klimaaftrykket kan reduceres ved forskellige tiltag.

Med kryds er markeret nettoudledningen for henholdsvis den ubehandlede og behandlede husdyrgødning.

Klimaeffekt

Potentiel klimaeffekt ved pyrolysegas og biochar

Store synergier mellem biogas og pyrolyse

Der er et stort potentiale for at forbedre landbrugets klimaregnskab ved at udnytte synergimulighederne mellem biogasproduktion og pyrolyse.

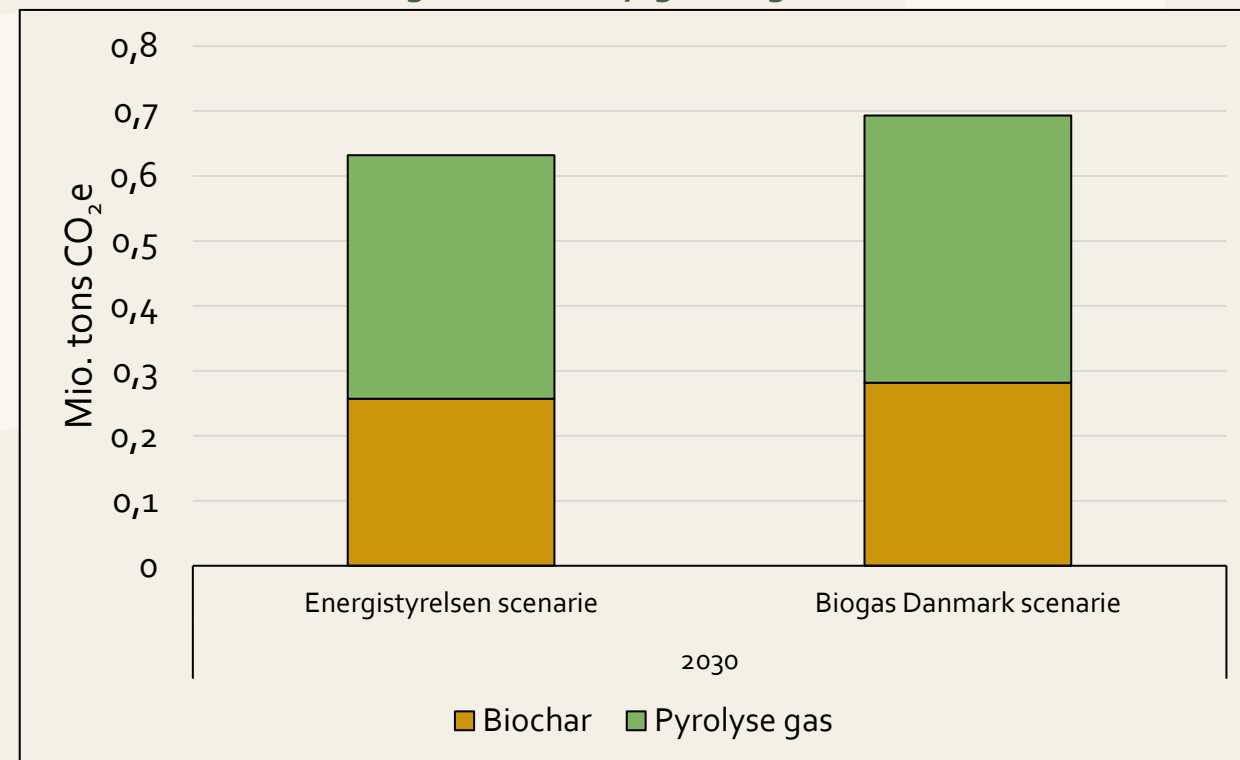
Ved at separere den afgassede biomasse fra biogasanlægget opnås en væskefraktion og en fiberfraktion.

Væskefraktionen indeholder størstedelen af det plantetilgængelige kvælstof og er derfor en attraktiv gødning. Fiberfraktionen kan enten anvendes som gødnings- og jordforbedringsmiddel eller i et pyrolyseanlæg.

Ved pyrolyse opvarmes fibren, hvorved der dannes pyrolysegas og biochar. Pyrolysegassen anvendes til at tørre af fiberfraktionen, inden den pyrolyseres. Varmen fra tørreprocessen genanvendes i biogasanlæggets opgraderingsanlæg.

Den kulstofrige biochar kan bringes ud på landbrugsjorden, hvor kulstoffet lagres over lang tid.

Potentiel klimaeffekt ved pyrolysegas og biochar produceret fra fiberfraktionen af den afgassede husdyrgødning ⁽²⁷⁾



I Energistyrelse scenariet er der et klimapotentiale for pyrolysegas og biochar på cirka 0,6 millioner tons CO₂e, mens Biogas Danmark scenariet rummer et potentiale på cirka 0,7 millioner tons. Klimaeffekten af pyrolysegassen er beregnet ud fra, at den reducerer egetforbruget af gas, hvorved der fortrænges mere naturgas. For biochar er der regnet med 100 procent langtidseffekt.

Klimaeffekt

Livscyklusanalyser af klima- effekt ved pyrolyse og biogas

Markant CO₂-reduktion ved pyrolyse og biogas

En certificeret livscyklusanalyse af potentialet i at anvende halm til henholdsvis pyrolyse og biogas viser, at det klimamæssigt giver god mening at anvende halm sammen med gylle til biogasproduktion. ⁽²⁸⁾

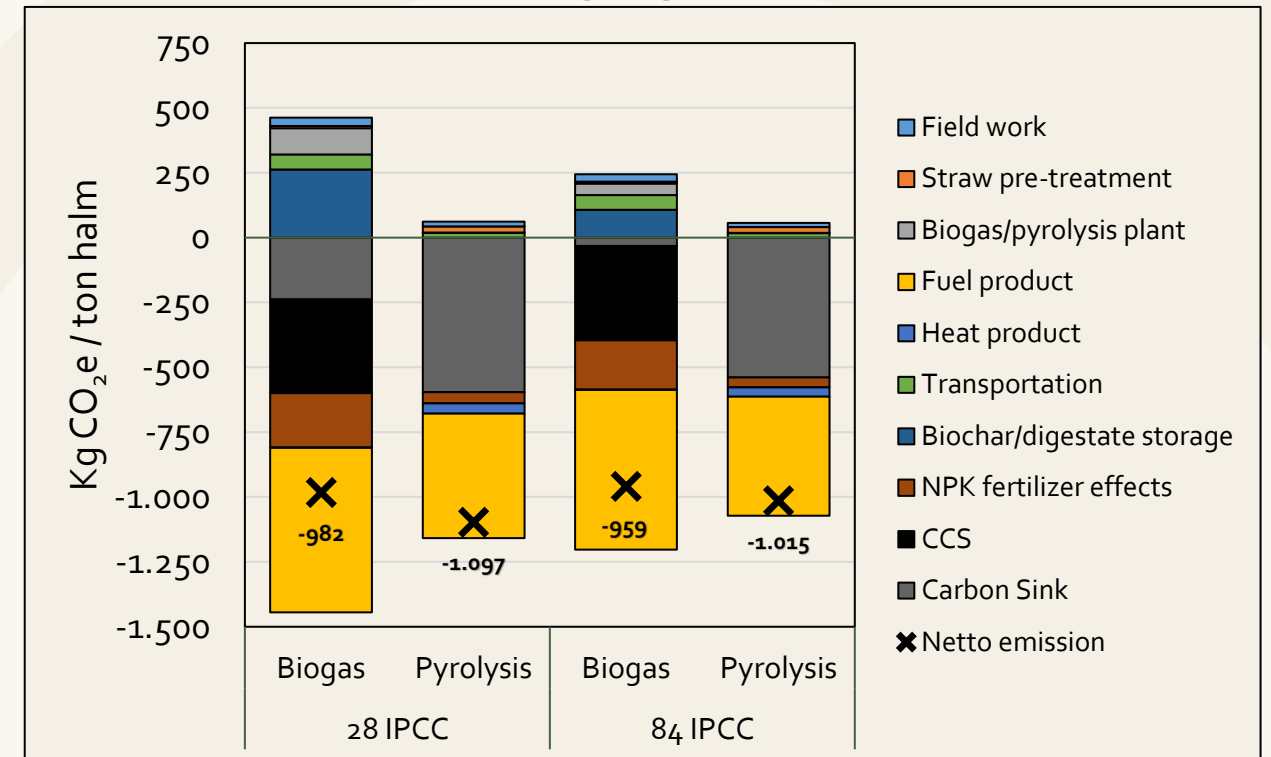
Pyrolyseanlæg omsætter halm til brændstof og biochar (biokul), der deponeres i landbrugsjord. Biogasanlæg omsætter halm og gylle til opgraderet biogas og CO₂, der deponeres. I analyserne indgår effekten af eget forbrug, transport af biomasse mv.

Analysen konkluderer, at der er en markant klimaeffekt ved begge teknologier, og at teknologierne ligger på niveau med hinanden.

Resultaterne indikerer, at den mest optimale løsning kan være, at halmen først afgasses i et biogasanlæg, hvorefter en frasepareret fiberfraktion går til pyrolyseanlægget.

Første fuldskala anlæg opføres i 2023 på et biogasanlæg i Jylland.

Klimaaftryk ved pyrolyse af halm og biogas med CCS.



Livscyklusanalyse, der sammenligner anvendelse af halm til biogas sammen med gylle (inklusive CO₂-lagring) med pyrolyse af halm. De røde markeringer viser den samlede drivhusgasreduktion i kg CO₂-ækvivalenter per ton halm ved en metanemissionsfaktor på henholdsvis 28 (100 årig periode) og 84 (20 årig periode). ⁽²⁸⁾

Klimaeffekt

Samlet klimapotentiale ved biogas, CCS og pyrolyse

Fuld udnyttelse af potentialet for CCS og pyrolyse øger klimaeffekten af biogas markant

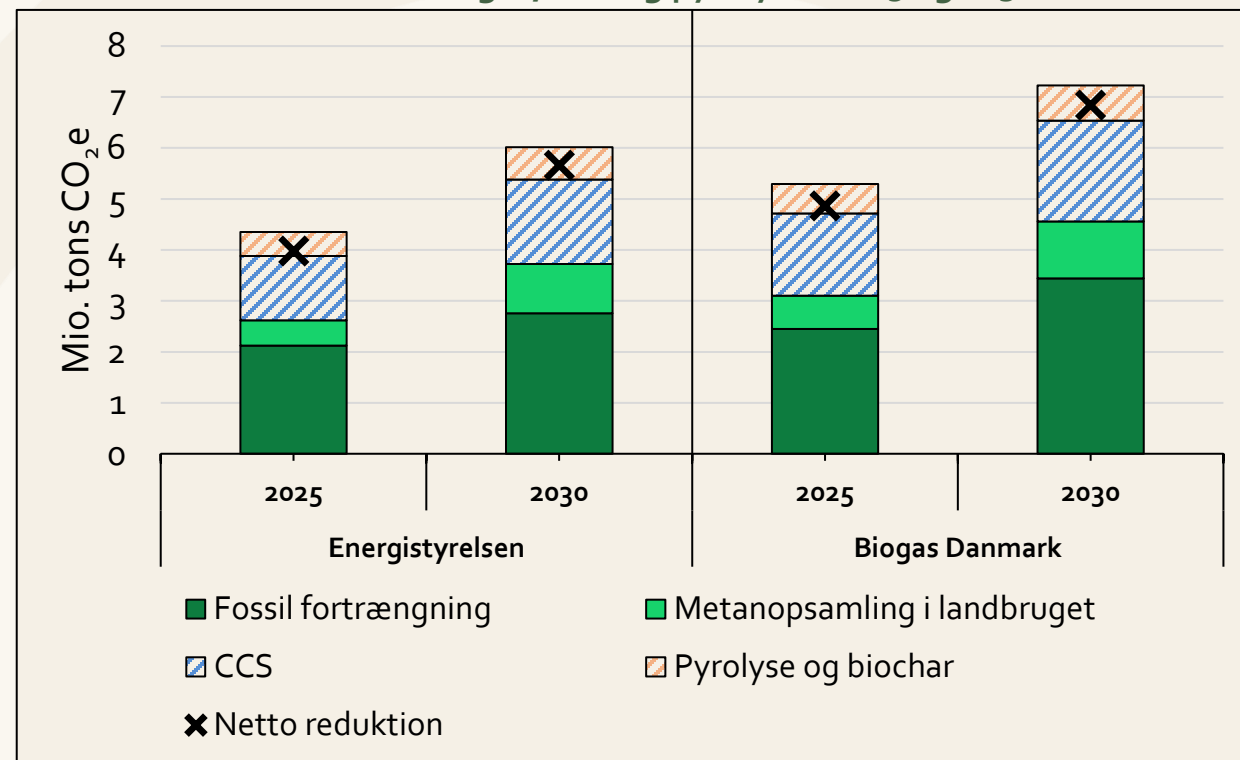
Biogasanlæggene reducerer metanudledning fra landbrugets husdyrgødning, og den producerede biogas fortrænger samtidig fossilt brændstof i energisektoren, industrien og den tunge transport.

Klimaeffekten herfra kan forøges markant, hvis den biogene CO₂ fra biogas lagres, og man samtidig behandler restfiber fra biogasproduktionen i et pyrolyseanlæg. Pyrolysen giver dels en mængde pyrolysegas, der kan anvendes til energiproduktion – for eksempel proces varme på biogasanlægget – dels en biochar, der kan lagres i landbrugsjorden.

I Energistyrelses scenariet vil en fuld udnyttelse af potentialerne i CCS og pyrolyse øge klimaeffekten fra 3,7 millioner tons til 6,0 millioner tons CO₂e i 2030.

I Biogas Danmark scenariet vil en fuld udnyttelse af potentialerne i CCS og pyrolyse øge klimaeffekten til 7,2 millioner tons CO₂e i 2030.

Potentiel klimaeffekt ved biogas, CCS og pyrolyse i 2025 og 2030



Figuren viser potentiel samlet klimaeffekt for biogas, CO₂-lagring (CCS) samt pyrolyse. Mørkegrøn farve viser klimaeffekten ved, at biogas fortrænger naturgas og diesel. Lysegrøn viser metanreduktion ved afgangning af husdyrgødning i landbruget. De skraverede områder viser potentiel klimaeffekt af henholdsvis CCS samt pyrolysegas og biochar. Netto CO₂-reduktion markeret med sorte krydser er klimaeffekten efter fradrag af metantab og biogasanlæggenes energiforbrug til proces og transport.

Cirkulær økonomi og effekter i landbruget

Indhold

- 48: Recirkulering af fosfor
- 49: Reduceret kvælstoftab til vandmiljøet
- 50: Synergi mellem biogas og økologi
- 51: Biogas og bioraffinering



Cirkulær økonomi

Recirkulering af fosfor

Biogasanlæg recirkulerer knappe ressourcer

Biogasanlæg nyttiggør store mængder restprodukter fra landbrug, husholdninger og industri og sikrer recirkulering og genanvendelse af næringsstofferne som gødning.

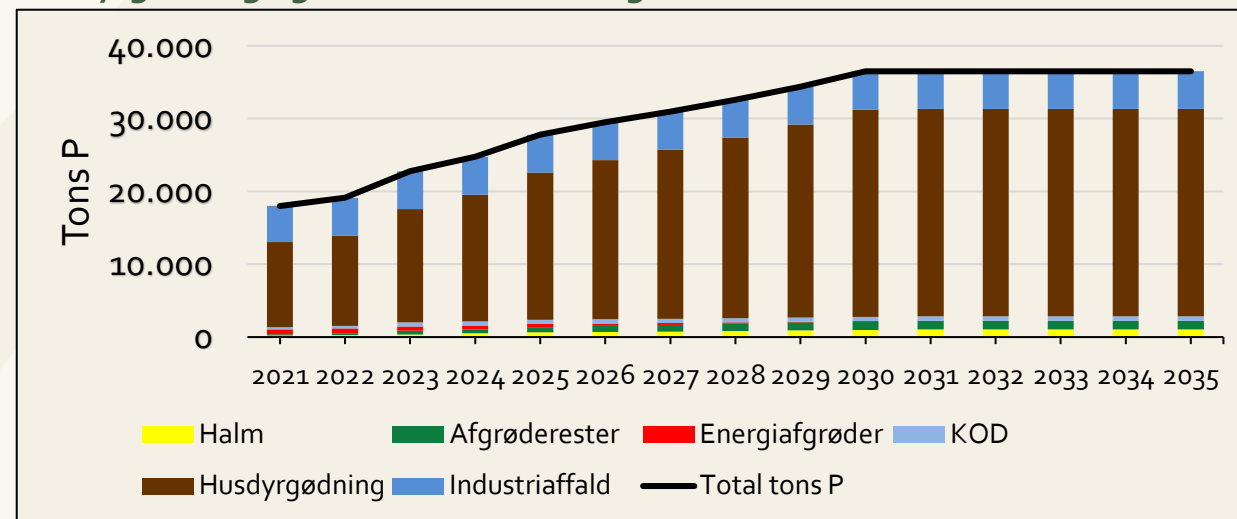
De største fosformængder findes i husdyrgødningen, men det er også betydelige mængder fosfor, der recirkuleres med restprodukter fra industri og madaffald fra husholdninger. ⁽²⁹⁾

Samlet recirkulerer biogasanlæg ca. 36.000 ton fosfor i 2030 i Energistyrelse scenariet, heraf knap 5.800 ton fra industriaffald og madaffald. Endvidere recirkuleres ca. 2.200 ton fosfor fra halm og afgrøderester fra landbruget.

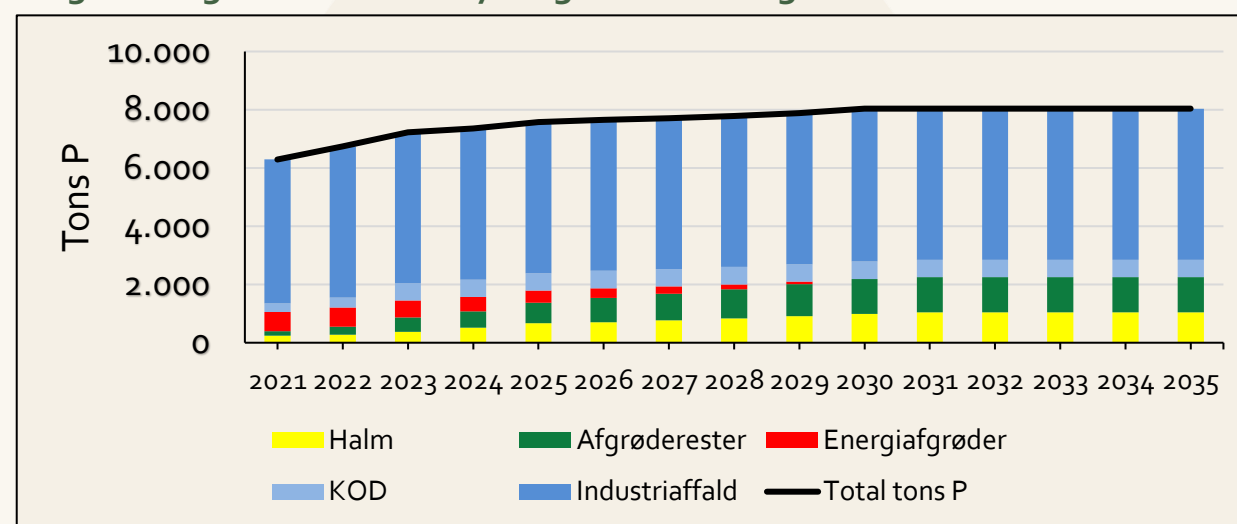
Til sammenligning tilføres danske afgrøder ca. 13.500 ton fosfor med handelsgødning. ⁽³⁰⁾

Begge figurer vedrører Energistyrelse scenariet

Husdyrgødning og industriaffald bidrager med de største fosforressourcer



Biogasanlæg recirkulerer betydelige fosformængder



Effekter i landbruget

Reduceret kvælstoftab til vandmiljøet

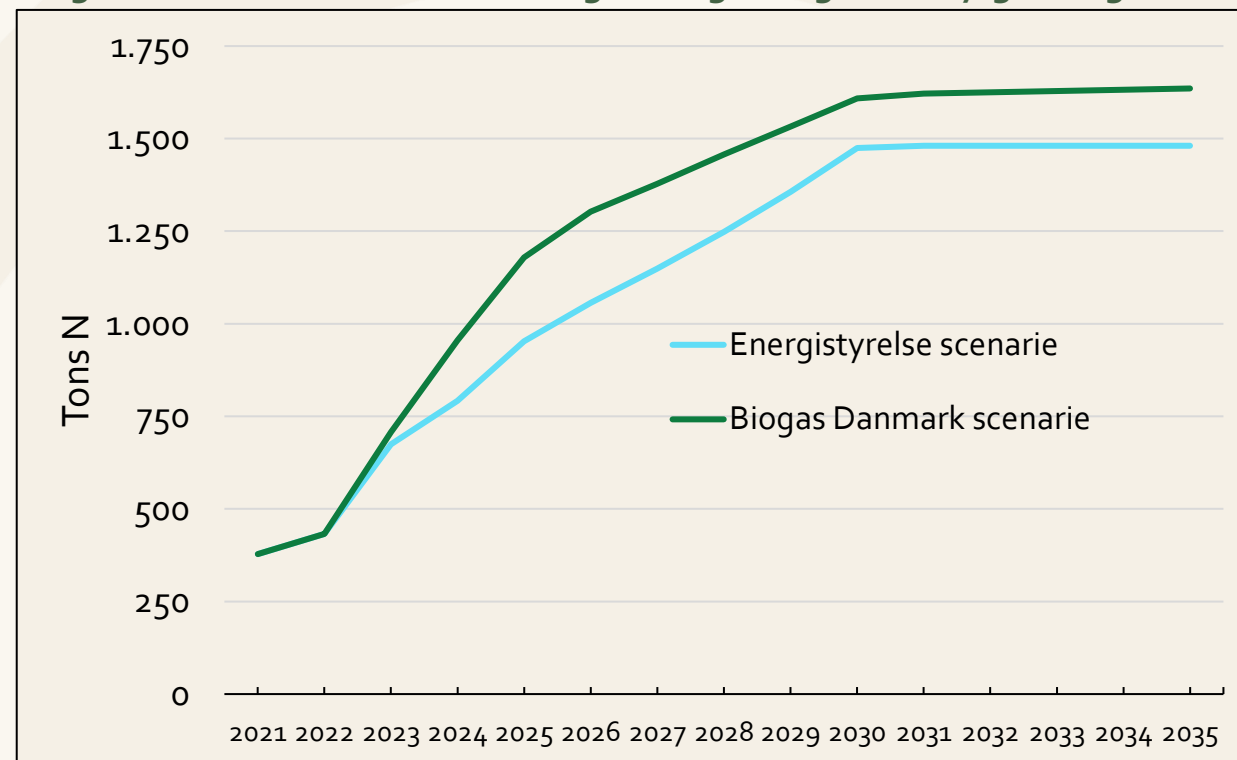
Biogasanlæggene kan bidrage markant til landbrugsaftalens mål om lavere kvælstofudledning

Når husdyrgødning afgasses i biogasanlæg, omdannes kvælstoffet, så det direkte kan optages af afgrøderne, når den afgas-sede biomasse udbringes som gødning på marken. Derfor vokser planterne bedre og giver et højere høstudbytte, og samtidig reduceres risikoen for, at kvælstoffet udvaskes til vandmiljøet.

I landbrugsaftalen fra 2021 er aftalt, at kvælstofudledningen skal reduceres med 10.400 ton frem mod 2027,⁽²⁴⁾ for at Danmark lever op til EU's vandkvalitetsmål. En biogasproduktion på 52 petajoule jævnfør Energistyrelse scenariet muliggør afgasning af 65 procent af husdyrgødningen i 2030. Derved mindskes kvælstofudledning til vandmiljøet med ca. 1.200 tons om året i 2027.

Hvis biogasudbuddene fremrykkes til 2024-2025, vil den øgede og tidligere afgasning af husdyrgødningen reducere kvælstofudledningen med 1.400 tons om året i 2027.

Årlig reduktion af kvælstofudledning ved afgasning af husdyrgødning



Afgasning af 65 pct. af husdyrgødningen i 2030 jf. Energistyrelse scenariet kan reducere kvælstofudledningen med knap 1.500 tons i 2030. En forøgelse af biogasproduktion jf. Biogas Danmark scenariet kan øge reduktionen i kvælstofudledningen til knap 1.600 ton om året fra 2030.⁽³¹⁾

Effekter i landbruget

Synergi mellem biogas og økologi

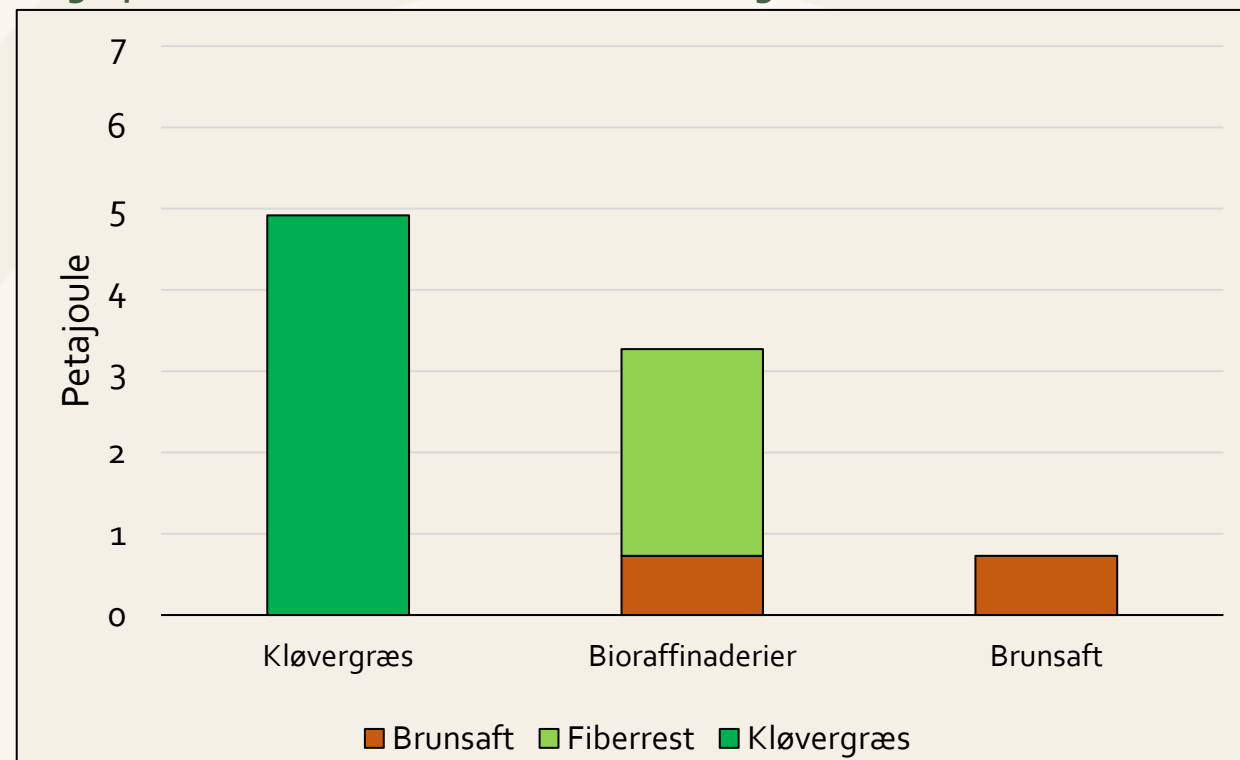
Biogasanlæg kan bidrage til øget økologi

Der er en politisk målsætning om en fordobling af det økologiske areal. Biogasanlæg kan understøtte dette ved at recirkulere næringsstoffer fra madaffald og restprodukter fra landbruget.

Seges Innovation har vurderet, at en øgning af det økologiske areal med 300.000 ha vil kræve 60.000 ha kløvergræs, som opsamler kvælstof fra atmosfæren.⁽³²⁾ Hvis der ikke er afsætning for kløvergræsset til foder, kan det nyttiggøres i biogasanlæg til energi og gødning. Hvis det afgasses i biogasanlæg frem for at blive nedpløjet direkte, reduceres risikoen for udledning af både kvælstof og drivhusgasser.

1,4 mio. ton kløvergræsensilage fra 60.000 ha kan give knap 5 PJ biogas. Der forventes de kommende år en udbygning med bioraffinaderier, som kan udvinde proteinet til foder og fødevarer. Det vil give store mængder restprodukter, som kan anvendes til foder eller biogas. Bruges fiberresten som kvægfoder, vil der være et biogaspotentiale på ca. 0,9 PJ i brunsaften. Nyttiggøres både fiberresten og brunsaften i biogasanlæg, giver det ca. 3,8 PJ biogas.

Biogasproduktion ved ca. 60.000 ha økokløvergræs



I økologien er dyrkning af kløvergræs helt nødvendigt for at forsyne afgrøderne med kvælstof. Kan det ikke bruges som foder for drøvtyggere, kan kløvergræsset med fordel afgasses i biogasanlæg. Det kan også i fremtiden gå til bioraffinaderier, der trækker proteinet ud, og restprodukterne fiber og brunsaft kan nyttiggøres til biogas og foder. Kilde: Seges Innovation.⁽³²⁾

Effekter i landbruget

Biogas og bioraffinering

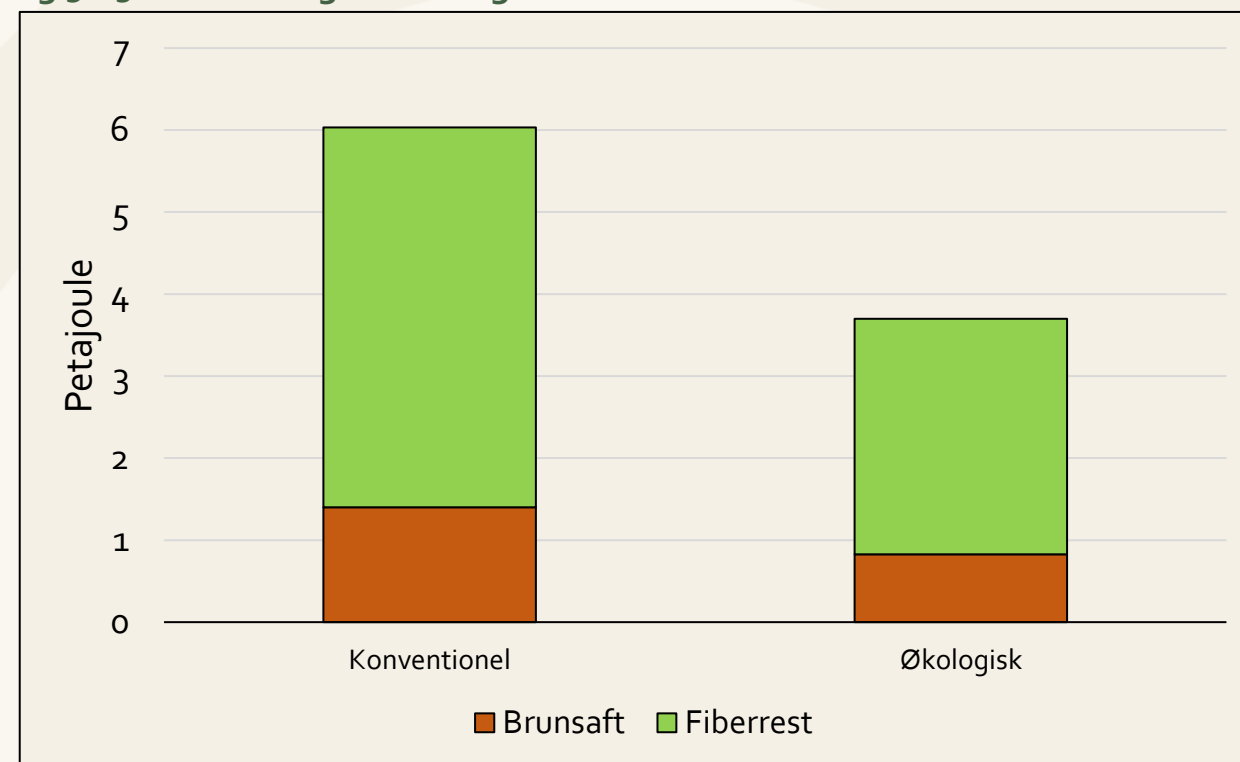
Biogas understøtter grøn bioraffinering

Der er fokus på at erstatte import af protein gennem øget etablering af bioraffinaderier, som kan udvinde protein fra grønne afgrøder. Fødevarerministeriet udbyder de kommende år en tilskudsordning til forundersøgelser og etablering af bioraffinaderier. Her er der fokus på synergierne mellem bioraffinering og biogas, hvor biogasanlæg kan sikre nyttiggørelse af restprodukterne til energi og gødning.

Seges Innovation har vurderet biogaspotentialer i restprodukterne fra bioraffinaderier, som producerer henholdsvis 50.000 ton konventionelt og 30.000 ton økologisk protein. Det kræver henholdsvis 56.500 ha økologisk kløvergræs og 74.000 ha konventionelt græs.

Hvis både brunsaften og fiberresten går til biogas, er det samlede biogaspotentialer ca. 9,7 PJ. Hvis det kun er brunsaften, der går til biogas, er biogaspotentialer heri 2,2 PJ.

Biogasudbytte fra bioraffinering ved 74.000 ha konventionelt kløvergræs og 56.500 ha økologisk kløvergræs



Kilde: Seges Innovation. ⁽³²⁾

Den samlede danske proteinimport ligger i størrelsesordenen 700.000 ton råprotein om året. Der importeres hvert år 30.000 tons protein til økologisk foder, som kan erstattes med dansk græsprotein.⁽³³⁾

Økonomi og marked

Indhold

- 53: Oprindelsesgarantier
- 54: Oprindelsesgarantier og bæredygtighedscertifikater
- 55: Markedsdrevet støttebehov
- 56: Klimaeffekt af biobrændstoffer ifølge VE-direktivet
- 57: CO₂-fortrængningskrav i transportsektoren
- 58: CO₂-afgiftsrefusion på biogas fra gasnettet
- 59: Eksport af dansk biogas
- 60: CO₂-afgifter på husdyrgødning
- 61: CO₂-skyggeomkostning ved biogas



Økonomi og marked

Oprindelsesgarantier

Oprindelsesgarantier dokumenterer levering af biogas gennem gasnettet

Biogasproducenterne sælger biogas leveret gennem gasnettet til gaskunder i både Danmark og udlandet.

Det statsejede Energinet udsteder oprindelsesgarantierne, som er påstemplet biogasanlæggets navn og mængden af biogas, der leveres til nettet.

Gaskunderne kan erhverve denne biogas ved at betale producenten for såvel gassen som oprindelsesgarantien, som skal slettes i Energinets register for at dokumentere, at gassen er brugt, og ikke kan sælges igen.

I Tyskland og andre lande accepterer skattemyndighederne oprindelsesgarantierne som grundlag for CO₂-afgiftsrefusion for ustøttet biogas.

Dette er endnu ikke tilfældet i Danmark, hvor garantierne alene kan erstatte CO₂-kvotekøb.

Flowet af biogas og tilhørende oprindelsesgarantier samt forskelle i mulig CO₂-afgiftsrefusion



Økonomi og marked

Oprindelsesgarantier og bæredygtighedscertifikater

Oprindelsesgarantier viser oprindelse - bæredygtighedscertifikater deklarerer bæredygtighed

Markedet anvender oprindelsesgarantier til at dokumentere, hvor biogassen kommer fra, og at den kun er blevet solgt én gang, mens bæredygtighedscertifikater blandt andet dokumenterer klimaaftrykket af de anvendte bioressourcer og andre forhold, der har betydning for produktets bæredygtighed. Bæredygtighedscertificeringen forestås af en EU-akkrediteret organisation som ISCC, RedCert eller lignende.

Markedspriserne for oprindelsesgarantierne afhænger af bæredygtighedscertifikaternes specifikationer.

Biogaskunderne modtager:

1. Kvittering fra Energinet for overførsel og annullering af oprindelsesgarantier fra en specifik producent med oplysning om støttestatus.
2. Bæredygtighedsdeklaration af den leverede gas. Klimaaftrykket er typisk fastlagt i VE II direktivet som standardværdier efter "Vugge til Grav"-princippet.

Sustainability Statement - Biomethane

Company Name	
Contact Name and telephone number	
Customer	
Production site	
Item Short Name and name	
Batch number	

The product that was delivered to the customer complies with requirements in EU Renewable Energy Directive 2009/28/EC "RED"

GHG Emission CO₂eq/MJ – values and savings have been calculated according to the methodology in Directive 2009/28/EC.

The reference GHG value in RED/Directive 2009/28/EC for fossil transport fuel is equal to **83,8 g CO₂eq/MJ**.

Eksempel på del af bæredygtighedscertifikat, hvor klimaaftrykket er certificeret efter EU-godkendte certificeringssystemer og af godkendte auditører.

Økonomi og marked

Markedsdrevet støttebehov

Høje gaspriser og efterspørgsel på biogas leveret gennem gasnettet sænker støttebehovet

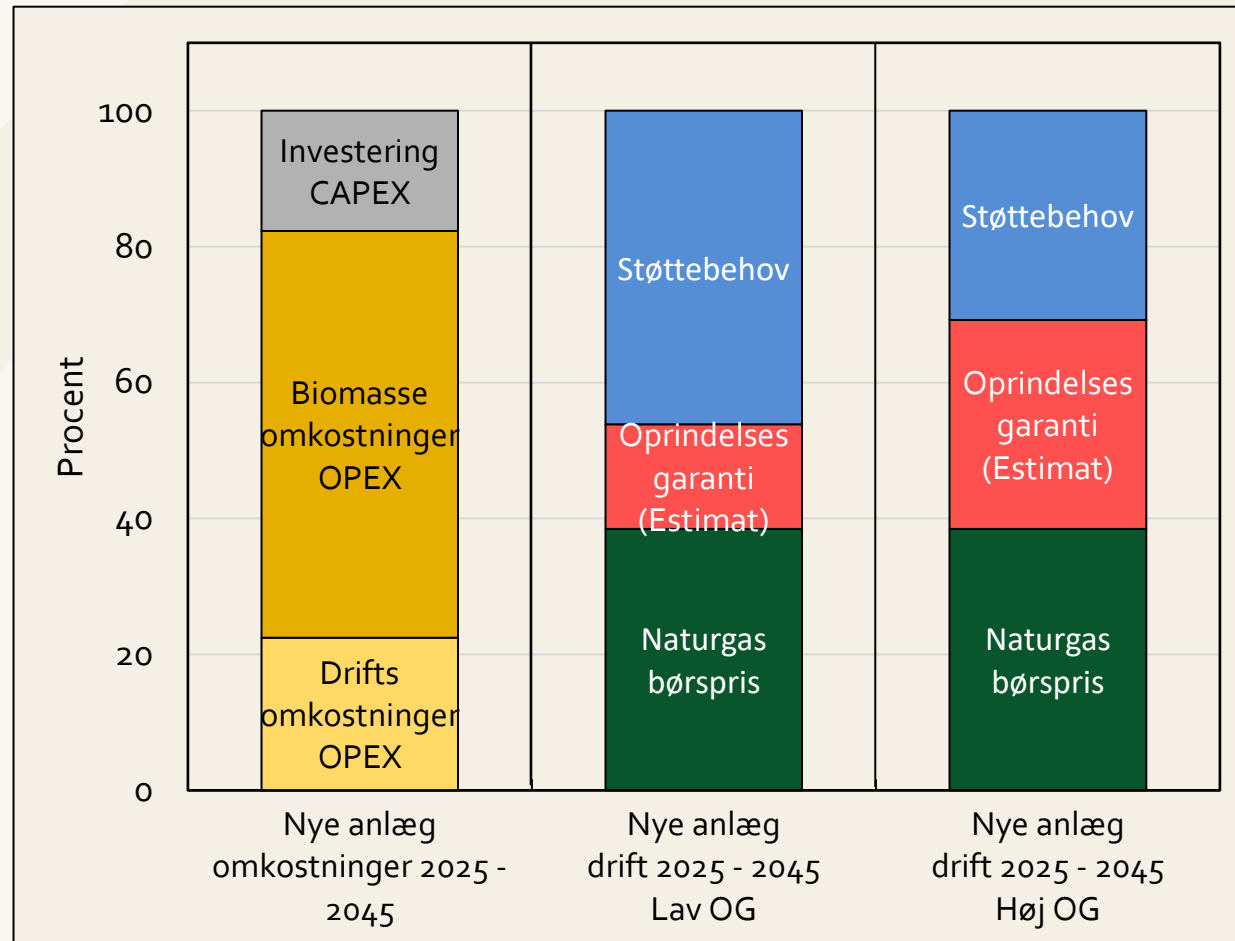
Produktionsomkostningerne på biogasanlæg er modsat vindkraft- og solcelleanlæg ikke domineret af investeringsomkostningerne, men af driftsomkostninger, hvor omkostningerne til anskaffelse og håndtering af biomasse er dominerende.

Stordriftsfordele har allerede drevet investerings- og driftsomkostningerne ned på større biogasanlæg.

Støttebehovet er derfor primært drevet af salgsindtægterne i markedet. Naturgaspriserne på børsen har derfor en afgørende betydning, og der ses i stigende grad en vilje til at betale ekstra for biogas leveret gennem gasnettet, som dokumenteres ved køb af oprindelsesgarantier.

Priserne for oprindelsesgarantier for ustøttet biogas er så store, at de kan dække produktionsomkostningerne uden støtte på grund af CO₂-fortrængningskrav i EU's transportmarked.

Omkostninger, indtægter og støttebehov for biogasanlæg



Figuren illustrerer den principielle sammenhæng mellem produktionsomkostninger⁽³⁴⁾, markedsindtægter og støttebehov for biogas leveret til gasnettet. Basis prisen vil svinge med priserne på gasbørsen, mens prisen på oprindelsesgarantierne afhænger af biogassens klimaaftryk, der er oplyst på de medfølgende certifikater, samt om biogassen har modtaget tilskud. Ustøttet biogas har den højeste pris. OG i figuren = oprindelsesgaranti.

Økonomi og marked

Klimaeffekt af biobrændstoffer ifølge VE-direktivet

Anvendes i markedet til overholdelse af CO₂-fortrængningskrav

For at sikre et ensartet grundlag for at vurdere bæredygtigheden af de brændstoffer, der anvendes i transportsektoren, har EU i VE II-direktivet lavet en omfattende liste med standardværdier, der kan anvendes uden yderligere dokumentation.

Det er vugge til grav-værdier, hvilket blandt andet ses af, at emissionsværdien for diesel er 94 og ikke 74 kg CO₂ pr GJ, som er CO₂-indholdet i diesel. Opstrøms udledninger er således medtaget. Af samme årsag har biogas produceret på gylle en negativ værdi, da biogasanlæggene reducerer metantabet i landbruget. ⁽³⁵⁾

Værdierne betyder meget i de lande, der har indført CO₂-fortrængningskrav. Som det ses, kan biogas på gylle fortrænge næsten 5 gange mere CO₂ pr GJ end biodiesel.

Da en aktørs overopfyldelse af et fortrængningskrav udløser en CO₂-ticket, som kan sælges til aktører, der underopfylder kravet, giver disse værdier et stort økonomisk incitament til at vælge bæredygtige brændstoffer.

Klimaeffekter iht. VE II direktiv og Bæredygtighedsbekendtgørelsen

VE II Direktivet [kg CO ₂ eq/GJ]	Drivhusgas-emission [Diesel]	Drivhusgas-emission [Standardværdi]	Drivhusgas-emission [CCS]	Emissions-besparelse ift. diesel	Emissions-besparelse i %
Biogas:					
Gylle	94	-100	-37	231	245%
Bioaffald	94	14	-37	117	124%
Majs	94	30	-37	101	107%
Biodiesel:					
Olieaffald (HVO)	94	15		79	84%
Smeltet dyrefedt	94	20		74	79%
Rapsfrø (1.gen.)	94	50		44	47%
Emmelev (1.gen.)	94	20		74	79%

Tabellen viser udvalgte standardværdier for klimaaftryk og reduktioner, som i VE-direktivet er godkendt til beregning af CO₂-fortrængning i transportsektoren. ⁽³⁵⁾ Det er muligt at anvende individuelle værdier i det omfang, at disse certificeres efter VE-direktivet. Klimaaftrykket for CCS er estimeret af Biogas Danmark. Der er ikke medtaget egetforbrug til transport og lagring, der estimeres til cirka 7 kg CO₂e pr GJ.

Økonomi og marked

CO₂-fortrængningskrav i transportsektoren

Forskelle i klimakrav mellem Danmark og Tyskland belaster det danske klimaregnskab

Med virkning fra 1. januar 2022 har Danmark indført et CO₂-fortrængningskrav, der stiller krav om reduktion af CO₂-udledningen fra de brændstoffer, der leveres til transportsektoren. Kun ustøttede biobrændstoffer – herunder biogas – kan anvendes til at opfylde CO₂-fortrængningskravet.

Klimakravene til transportsektoren er betydeligt højere i Tyskland end i Danmark. En effekt af det høje tyske CO₂-fortrængningskrav er, at tysk diesel er dyrere end den danske.

Derfor tanker tyske vognmænd diesel i Danmark, hvilket forringer det danske klimaregnskab og mindsker effekten af det tyske CO₂-fortrængningskrav. Samtidig har flere biogasanlæg fået øjnene op for, at det er attraktivt at levere flydende biogas (LBG) til Tyskland med lastbil. Det forværrer yderligere det danske klimaregnskab.

Biogas Danmark foreslår derfor at forhøje det danske CO₂-fortrængningskrav med mindst 2 procentpoint fra 2025, hvilket vil medføre en øget CO₂-reduktion på 0,7 millioner tons fra 2025 og fremad.

CO₂-fortrængningskrav i transportsektoren i Danmark og Tyskland

CO ₂ e fortrængningskrav	2023	2025	2030
Danmarks fortrængningskrav	3,4%	5,2%	7,0%
ILUC krav	Ingen	Afventer	Afventer
Tysklands fortrængningskrav	8,0%	10,5%	25,0%
ILUC værdi nonfood faktor	2	2	2
ILUC maks 1.g fortrængning	4,4%	4,4%	4,4%
Nyt lovsforslag	4,4%	2,1%	0,0%

Tabellen viser de danske⁽³⁶⁾ og tyske⁽³⁷⁾ CO₂-fortrængningskrav i transportsektoren. I Danmark er det besluttet at indføre ILUC-krav fra 2025, men implementering er ikke besluttet. De tyske ILUC-krav betyder, at for ikke-fødevarer baserede biobrændstoffer ganges klimaeffekten med en faktor 2. Desuden er der en grænse for, hvor stor en del af CO₂-fortrængningskravet, der må opfyldes med 1. generations biobrændstoffer.

Ifølge Aftale om grøn vejtransport fra 2020⁽⁴⁾ er det aftalt, at der i Danmark i 2025 skal indføres såkaldte ILUC-krav, som tager højde for indirekte CO₂-udledning ved anvendelse af fødevarer baserede biobrændstoffer. Dette krav er allerede håndteret i Tyskland med et faktor system og et absolut låg. Biogas Danmark foreslår, at ILUC krav indføres i Danmark allerede fra 2024.

Økonomi og marked

CO₂-afgiftsrefusion på biogas fra gasnettet

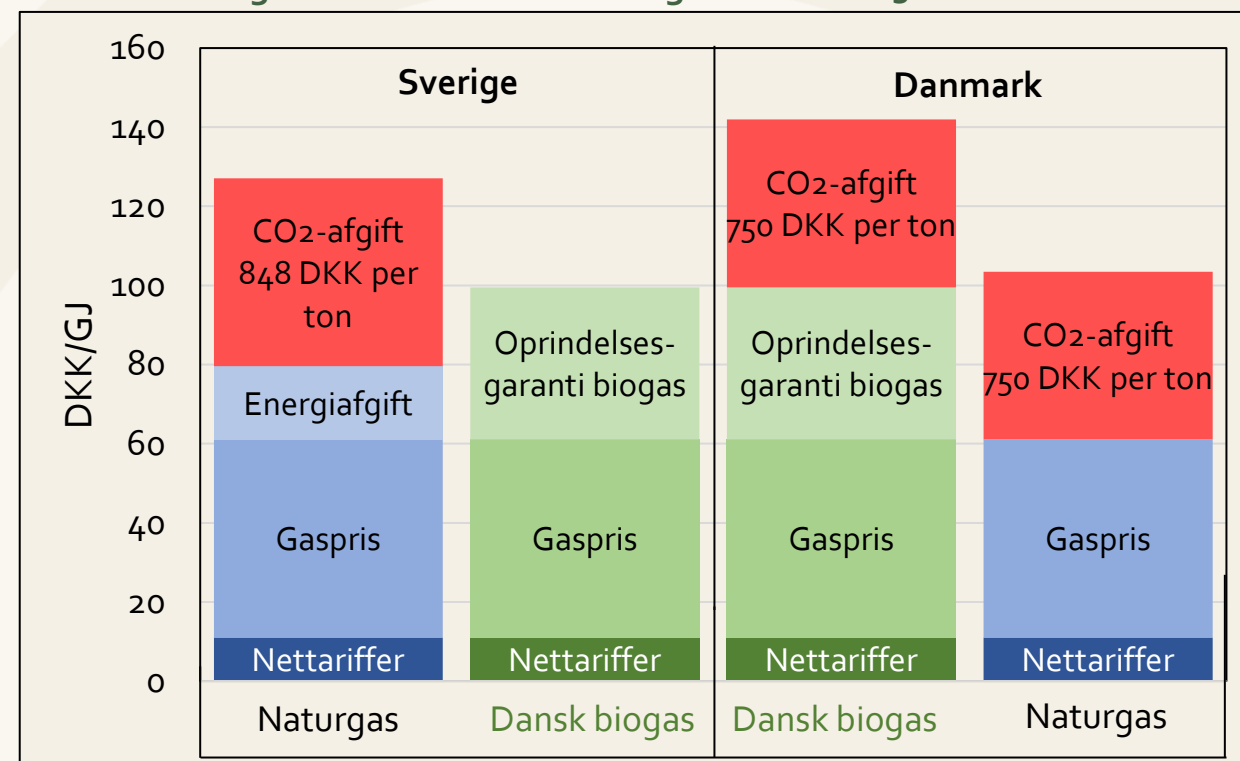
Refusion giver udenlandske virksomheder en fordel

Det danske afgiftssystem adskiller sig markant fra både Tyskland og Sverige, hvilket er en central årsag til, at danskproduceret biogas i vidt omfang eksporteres.

Danmark har samme CO₂-afgift på både fossil naturgas og klimaneutral biogas, når det leveres via det landsdækkende gasnet. I Sverige har procesindustrier markant højere CO₂-afgifter på naturgas end de danske virksomheder. Til gengæld har de fået fuld afgiftsrefusion, når de køber biogas dokumenteret med oprindelsesgarantier fra Danmark. EU-domstolen har dog underkendt EU-kommissionens statsstøttegodkendelse af den svenske afgiftsfrigtagelse, når der er tale om statsstøttet biogas fra f.eks. Danmark. Men det flytter ikke betragtningerne for understøttet biogas.

I aftalen om grøn skattereform fra juni 2022 er det aftalt at analysere mulighederne for at indføre en CO₂-afgiftsrefusion for understøttet biogas, som indkøbes fra gasnettet med oprindelsesgarantier som dokumentation. Det giver en ligestilling med biogas leveret direkte fra biogasanlæg til industri

Gasomkostninger for den ikke kvotebelagte industri 2030



Almindelige svenske procesindustrier har kraftige afgiftsmæssige incitamenter til at vælge den klimaneurale danske biogas frem for naturgas. I Danmark har procesindustrien ingen afgiftsmæssige incitamenter til at vælge biogas frem for naturgas med mindre, der kommer en mulighed for CO₂-afgiftsrefusion for biogassen. I figuren ses forskellen i forventede gasomkostninger og afgifter for henholdsvis danske og svenske industrivirksomheder uden for kvotesektoren i 2030 alt efter om de køber dansk biogas eller fossil naturgas.

Økonomi og marked

Eksport af dansk biogas

80 procent af biogassen eksporteret i 2022

Hovedparten af den danske biogas er gennem en årrække blevet købt af udenlandske virksomheder med Sverige og Tyskland som de dominerende markeder. En opgørelse for 2022 viser, at 81 procent af biogassen blev købt af udenlandske virksomheder. ⁽³⁸⁾

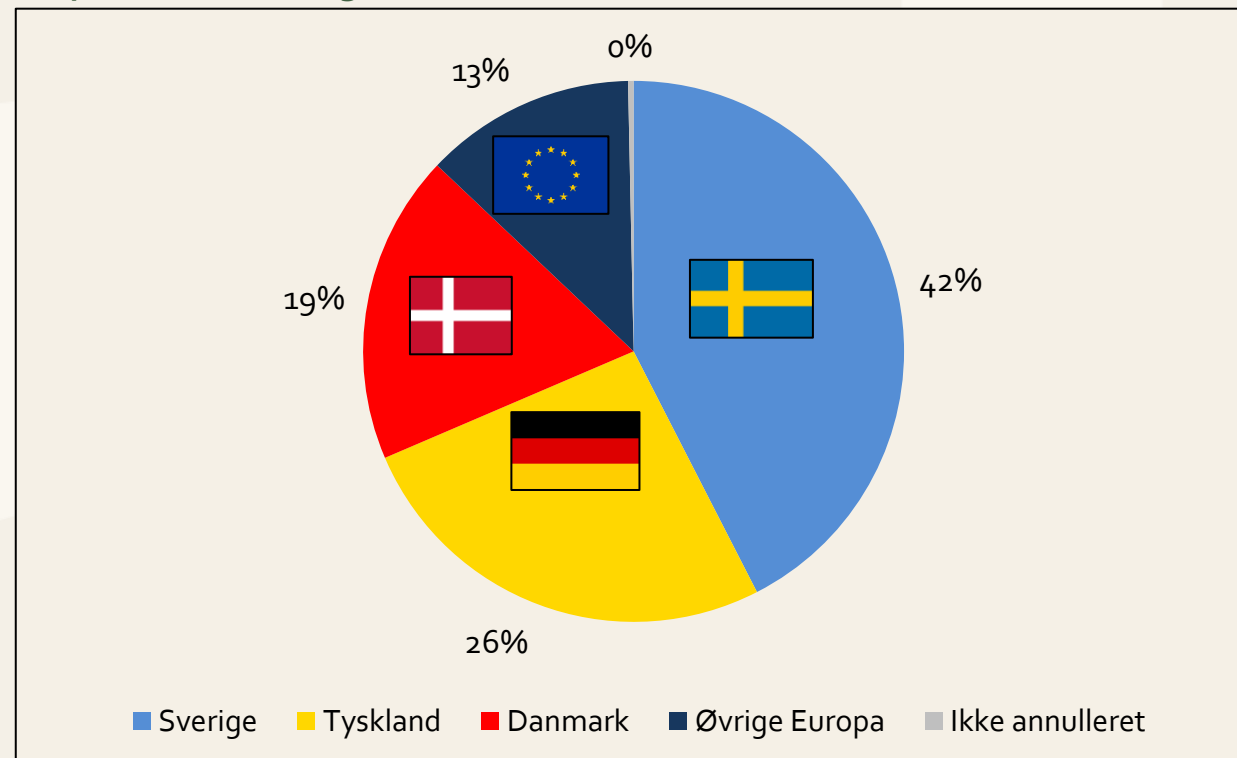
Baggrunden for den høje eksport af dansk biogas er, at især skattevæsenerne i Sverige og Tyskland har accepteret, at de EU-baserede oprindelsesgarantier, kan anvendes til at få refusion af CO₂-afgifter, der er høje i disse lande.

Da Danmark ikke har haft høje CO₂-afgifter eller mulighed for at få afgiftsrefusion for biogas, der bliver leveret via gasnettet, har virksomhederne i Danmark ikke haft samme incitament til at vælge klimaneutral biogas frem for fossil naturgas.

Med den politisk aftalte grønne afgiftsreform i Danmark er der lagt op til en anerkendelse af, at ustøttet biogas leveret gennem gasnettet og dokumenteret med oprindelsesgarantier kan opnå afgiftsrefusion, hvilket øger efterspørgslen efter ustøttet biogas.

Skal hele potentialet for ustøttet biogas udnyttes i Danmark vil det yderligere kræve, at CO₂-fortrængningskravet til transporten kommer på niveau med Tyskland, eller at der stilles krav om at udfase de fødevarer baserede biobrændstoffer.

Eksport af dansk biogas i 2022



Figuren viser fordelingen af oprindelsesgarantier fra danskproduceret biogas på de lande, hvor oprindelsesgarantierne blev købt i 2022. ⁽³⁸⁾

Klimaeffekten bliver i Danmark

Oprindelsesgarantier giver virksomheder i udlandet mulighed for afgiftsrefusion og for at markedsføre et grønt energiforbrug. Selv om oprindelsesgarantierne og dermed biogassen eksporteres, så regnes klimaeffekten af biogasproduktionen stadig med i det nationale, danske klimaregnskab. Indtægterne fra salget af oprindelsesgarantier medvirker til at nedbringe støtten til biogasproduktionen.

Økonomi og marked

CO₂-afgifter på husdyrgødning

Konsekvenser ved forskellige CO₂-afgiftssatser

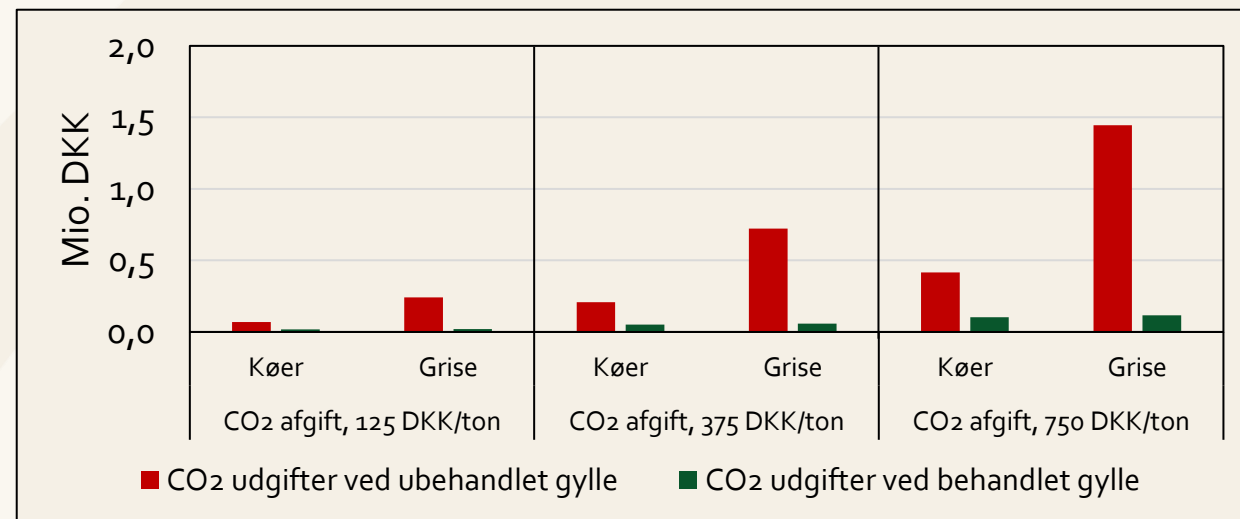
I efteråret 2023 kommer ekspertudvalget vedr. den grønne skatte-reform ⁽⁴⁰⁾ med en anbefaling vedr. CO₂-afgift på landbrugets biologiske udledninger. Regeringen har meldt ud, at en eventuel CO₂-afgift på landbruget ikke må koste udflagning af arbejdspladser og dermed CO₂-lækage ud af Danmark.

Biogas Danmark har på dette grundlag analyseret konsekvenserne af at pålægge en eventuel CO₂e-afgift på metanudledning fra husdyrgødning, idet der er taget udgangspunkt i de CO₂-afgiftsniveauer, der er besluttet i "Aftale om Grønne skattereform for Energi og industri".

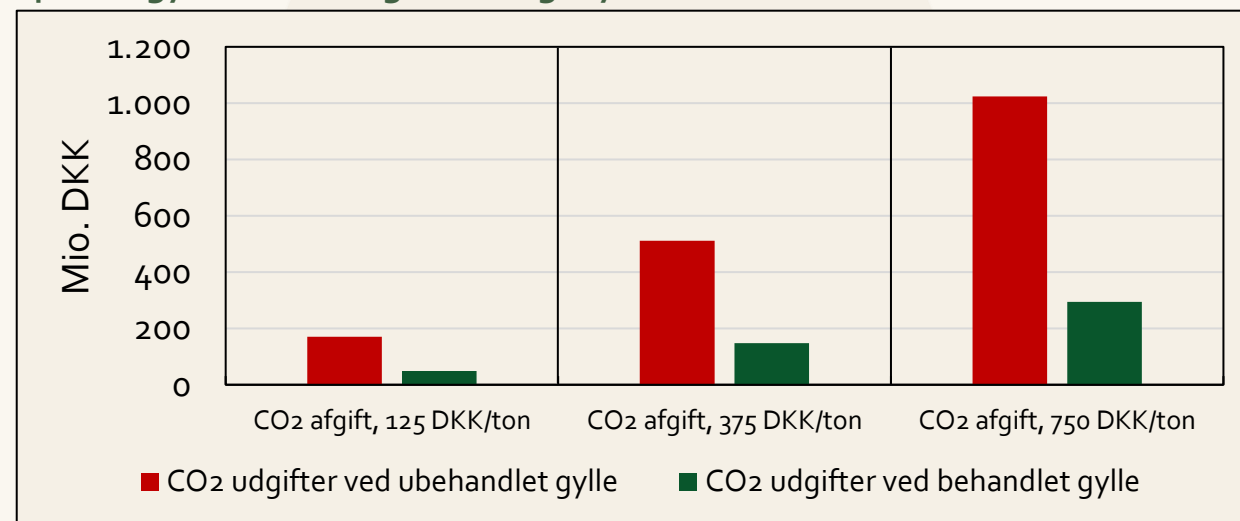
Afgiftsbelastningen for ubehandlet gylle er vist med rødt, mens den mørkegrønne viser belastningen, når gyllen sluses hurtigt ud af stalden og leveres til afmetanisering gennem et biogasanlæg. Den øverste figur viser effekten på henholdsvis en kvægbedrift med 400 køer med opdræt af kalve til 6 måneder og en bedrift med 1.100 søer, der opfeder alle til grise til slagtevægt. Den nederste figur viser tilsvarende afgiftsbelastningen for de cirka 65 procent af husdyrgødningen, der afgasses ifølge Energistyrelse scenariet.

Beregningsen af CO₂-afgifter for den samlede produktion er på basis af den udvikling af hyppig udslusning mv, der er antaget i Energistyrelse scenariet.

CO₂-afgifter på den enkelte bedrift ved forskellige gyllehåndteringer



CO₂-afgifter for den samlede husdyrproduktion i Danmark med og uden optimal gyllehåndtering for Energistyrelse scenariet



Økonomi og marked

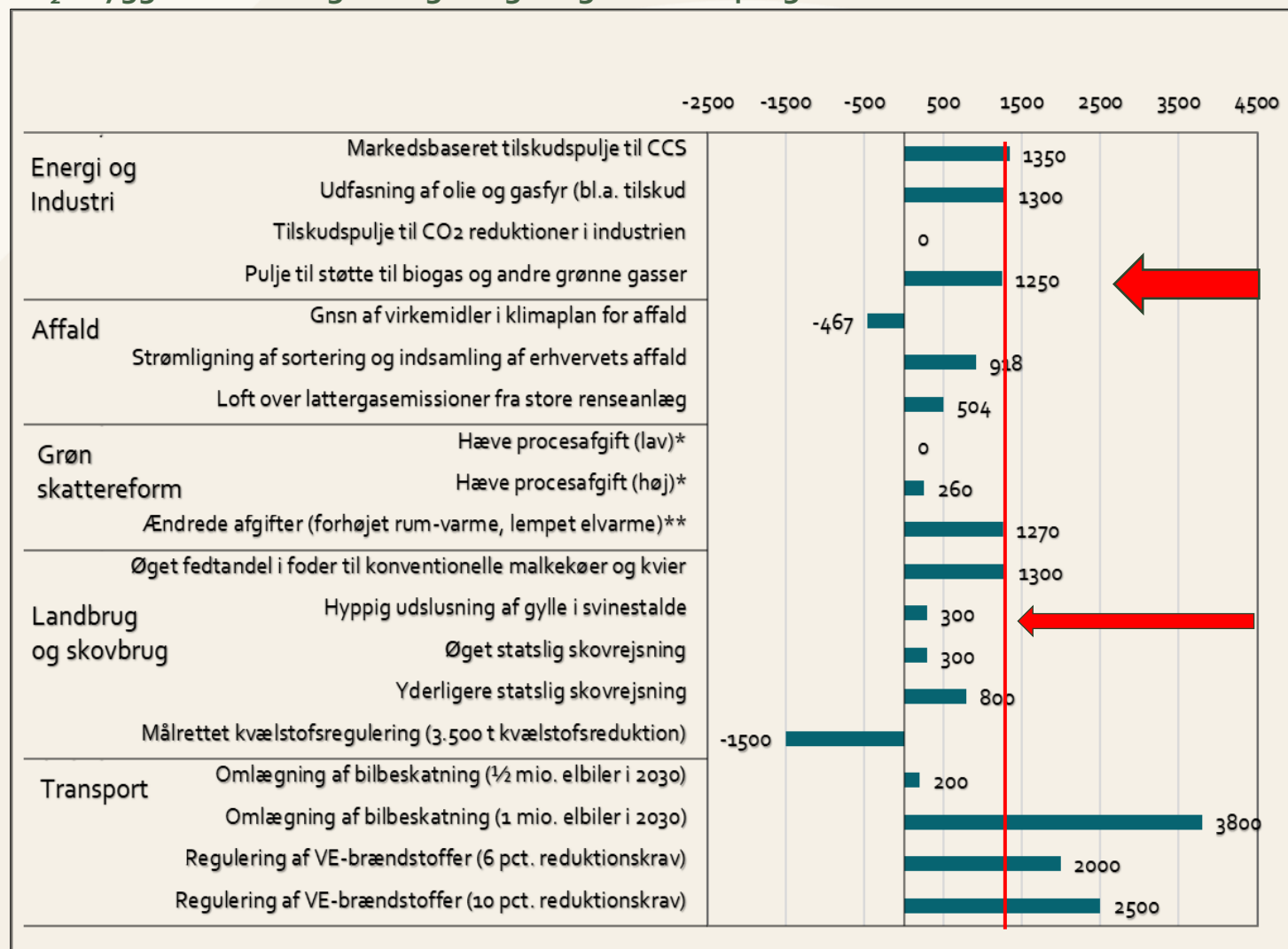
CO₂-skyggeomkostning ved biogas

Lav skyggeomkostning til biogas sammenlignet med andre initiativer for at nå 70-procents målet

Ifølge regeringens Klimaprogram 2020 har de kommende biogaspuljer en CO₂-skyggeomkostning på 1250 kr./ton CO₂.⁽⁴¹⁾

Dermed har biogas en CO₂-skyggeomkostning, som er relativt lav sammenlignet med en række af de øvrige initiativer, der indtil videre er vedtaget – især dem på transportområdet

CO₂-skyggeomkostninger ifølge Regeringens Klimaprogram 2020⁽²⁷⁾



Sådan har vi gjort

Indhold

63: Datagrundlag og forudsætninger

64: Nøgletal og standardværdier

65: Referencer



Sådan har vi gjort

Datagrundlag og forudsætninger

Biogas Outlook 2023 tager udgangspunkt i Energistyrelsens prognose for biogasproduktion og gasforbrug i Analyseforudsætninger for Energinet 2022 (AF22)⁽¹⁾. Energistyrelsen angiver udviklingen i biogasproduktionen og de gyllemængder⁽⁴¹⁾, der afgasses, men har ikke yderligere information om, hvilke biomasser der forventes anvendt i biogasproduktionen. Derfor har Biogas Danmark antaget biomassefordelingen, dels baseret på de årlige biomasseindberetninger til Energistyrelsen⁽⁴⁰⁾, dels på Syddansk Universitets opgørelse af biomassepotentialet⁽⁵⁾. KF22 omfatter en forventet fordeling af kvæggylle og svinegylle⁽⁴¹⁾.

AF22 og KF22 omfatter heller ikke en detaljeret prognose for indfasningen af hyppig udslusning af gylle fra stalde til biogasanlæg. Samtidig har Energistyrelsen ikke indarbejdet landbrugsaftalens⁽²⁴⁾ beslutning om, at hyppig udslusning skal indføres i svinestalde fra 2023. For perioden frem til 2030 har Biogas Danmark derfor lavet egne antagelser herom, baseret på data om hyppig udslusning fra Aarhus Universitet.

Herudover antages, at metantabet falder fra de målte cirka 2 procent til 1 procent fra 2024, baseret på Klimaaftalen om grøn strøm og varme fra juni 2022⁽⁷⁾, hvor det er besluttet at indføre regulering af metantabet fra 1. januar 2023.

Mens Energistyrelse scenariet følger biogasprognosen i AF22, så viser Biogas Danmark scenariet, hvordan biogasproduktionen udvikler sig ved en fremrykning af de planlagte udbud samt ved at skabe rammevilkår for et øget salg af ustøttet biogas til transportsektoren. Med udgangspunkt heri har Biogas Danmark udarbejdet antagelser for biomassefordelingen ved en højere biogasproduktion.

Dette giver både en højere biogasproduktion og større metanreduktion i landbruget.

Reduktioner i kvælstofudvaskning er beregnet på grundlag af forskning fra Aarhus Universitet⁽³¹⁾. Recirkulering af fosfor er beregnet på grundlag af standardværdier fra Seges.⁽²⁹⁾

Børsværdi af biogas er beregnet på data fra Energistyrelsen⁽⁹⁾, EEX Gas Market Data⁽¹⁰⁾ og Energinet⁽¹¹⁾.

Beregninger for CO₂-lagring og Power-to-X er primært baseret på Energistyrelsens teknologikataloger.⁽²²⁾ CO₂-indholdet er beregnet på grundlag af fordelingen af CO₂ og metan i biogas.

Sådan har vi gjort

Nøgletal og standardværdier

Tabellerne på denne side viser de centrale værdier for gasudbytte for forskellige biomasser ^(2, 42) samt de anvendte værdier for energiindhold i massefylde, klimaeffekter, metantab, fremskrivning af hyppig udslusning mv.

Biomasse	Tørstof [%]	VS [%]	Gasudbytte Nm ³ CH ₄ /kg VS	Gasudbytte Nm ³ CH ₄ /ton biomasse
Kvæggylle	8	6	0,25	15
Svinegylle	5	4	0,35	15
Dybstrøelse	30	24	0,27	65
Energiafgrøder	31	29	0,33	96
Øvrige afgrøderester	30	29	0,32	92
Halm	84	80	0,29	228
Industriaffald	22	20	0,45	90
KOD	23	20	0,43	84

Øversigt over nøgletal		Enhed
Brændværdier og massefylde		
CH ₄ nedre brændværdi	35,9	MJ/Nm ³
Naturgas nedre brændværdi	39,6	MJ/Nm ³
Massefylde, CH ₄	0,72	MJ/Nm ³
Massefylde, CO ₂	1,98	MJ/Nm ³
CO₂e udledninger		
CO ₂ udledning, naturgas	55,5	kg CO ₂ /GJ
CO ₂ udledning, diesel	74,10	kg CO ₂ /GJ
CO ₂ udledning, diesel VE direktiv	94	kg CO ₂ /GJ
CO ₂ udledning af elproduktion	Følger Energinet	
Eget forbrug		
Forbehandling og biogasproduktion	26 - 36	kWh/ton biomasse
Opgradering	0,1 - 0,6	kWh/Nm ₃ CH ₄
CO ₂ ved transport af biomasser	1.080	tons CO ₂ / PJ biogas
Opstrøms-effekt af naturgas	3.000 - 6.700	tons CO ₂ / PJ biogas
Metantab	2,1 → 1	%
Fremskrivning af hyppig udslusning	7	%, nye stalde
	9	%, gamle stalde
PtX		
CH ₄ /CO ₂ forhold i biogas	60 / 40	%
PtX, elektrometan	35	%, Effektivitet
PtX, metanol	48	%, Effektivitet

Referencer

Note nr.	Reference/Emne	Link
1	Analyseforudsætninger for Energinet	https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/analyseforudsætninger-til-energinet
2	BiB-analyse, 2021	https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fens.dk%2Fsites%2Fens.dk%2Ffiles%2Ffiles%2FBioenergi%2Fbiomasseopgoerelse_o.xlsx&wdOrigin
3	Klimarådet statusrapport 2023	https://klimaraadet.dk/sites/default/files/node/field_file/Klimaraadet_statusrapport23_digi_01.pdf
4	Aftale om grøn omstilling af vejtransporten	https://fm.dk/media/18511/aftale-om-groen-omstilling-af-vejtransporten_a.pdf
5	Energiafgrødeanalysen	https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/energiafgrødeanalysen_med_bilag.pdf
6	Metantab på danske biogasanlæg 2021	https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/metantab_rapport.pdf
7	Metan regulering	https://www.regeringen.dk/media/11470/klimaftale-om-groen-stroem-og-varme.pdf
8	Energinet, CO ₂ i elnettet	https://www.energidataservice.dk/tso-electricity/cozemis
9	Energinet, CO ₂ i elnettet	https://www.energidataservice.dk/tso-electricity/productionconsumptionsettlement
10	Energinet, mængde biogas til gasnettet	https://www.energidataservice.dk/tso-gas/Gasflow
11	Energistyrelsen, Støttesatser 2022	https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Stoette_vedvarende_energi/oversigt-aktuelle-stoettesatser2022_samlet.pdf
12	Spot market data	https://www.powernext.com/spot-market-data
13	Biogas Danmark Data Online	https://www.biogas.dk/gasflow/
14	Green Power Denmark	https://www.danskenergi.dk/files/media/document/El-og-brint-til-fremtidens-vare-og-lastbiler_web.pdf
15	EBA Statistical Report 2022	https://www.europeanbiogas.eu/_trashed-3/
16	REPowerEU	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022DC0240&from=EN
17	Støtteordning 2012	https://ens.dk/sites/ens.dk/files/EnergiKlimapolitik/aftale_22-03-2012_final_ren.doc.pdf
18	Liste over biogasanlæg i Danmark, 2021	https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/liste_over_biogasanlaeg_i_dk.pdf
19	Afgasset biomasse opretholder jordens kulstof	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcbb.12733
20	Elektricitetsproduktion fordelt på type	https://transparency.entsoe.eu/generation/r2/actualGenerationPerProductionType/show
21	Teknologikatalog, fornybare brændstoffer	https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_for_renewable_fuels.pdf
22	Energinet, Miljøreddegørelse 2021	https://energinet.dk/Om-publikationer/Publikationer/Miljoeredegoerelse-2021

Referencer

Note nr.	Reference/emne	Link
23	Aftale for CO ₂ -fangst	https://www.regeringen.dk/media/10930/delaftale-om-investeringer-i-et-fortsat-groennere-danmark.pdf
24	Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug	https://fm.dk/media/25302/aftale-om-groen-omstilling-af-dansk-landbrug_a.pdf
25	Effekter af normal og hyppig udslusning	https://www.ft.dk/samling/20191/almdelel/MOF/bilag/679/2233643/index.htm
26	Seges Gris, notat	
27	Knowledge synthesis of biochar in Danish agriculture	https://dcapub.au.dk/djfpublikation/djfpdf/DCArapport208.pdf
28	LCA Biogas og pyrolyse	https://rucforsk.ruc.dk/ws/portalfiles/portal/78631764/Tobias_Pape_Thomsen_2021_Climat_Footprint_analysis_of_danish_straw_pyrolysis_and_straw_biogas.pdf
29	Fosforregulering	https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/7/3/0/energi_kan_biogasanleg_vere_en_del_af_losningen_til_ny_fosforregulering_b1.pdf
30	Fosfor i dansk landbrug	https://dce2.au.dk/pub/Fosfor_folder.pdf
31	Klima og miljøeffekter + kvælstofudvaskning	https://dcapub.au.dk/djfpdf/DCArapport175.pdf
32	Seges Innovation, notater	
33	Aarhus Universitet om protein	https://agro.au.dk/aktuelt/nyheder/vis/artikel/gode-muligheder-for-dansk-selvforsyning-med-protein
34	Produktionspriser og eget forbrug	https://www.dgc.dk/sites/default/files/filer/publikationer/Produktion_opgrad_biogasoptimering_o.pdf
35	VE-direktivet, 2018	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001
36	Fortræningskrav Danmark	https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2021/2536
37	Fortræningskrav Tyskland	https://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/BJNR007210974.html
38	Energinet vedr. oprindelsesgarantier	https://energinet.dk/Gas/Biogas/Oprindelsesgarantier-gas/Certifikater-i-tal
39	Klimaprogram 2020	https://kefm.dk/Media/6/4/Klimaprogram_2020%20(2).pdf
40	Klimaaf tale om grøn strøm og varme 2022	https://www.regeringen.dk/media/11470/klimaaf tale-om-groen-stroem-og-varme.pdf
41	Klimastatus- og fremskrivning, 2022	https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning-2022
42	Artikel om gasudbytte af biomasser	https://www.mdpi.com/2071-1050/14/3/1849

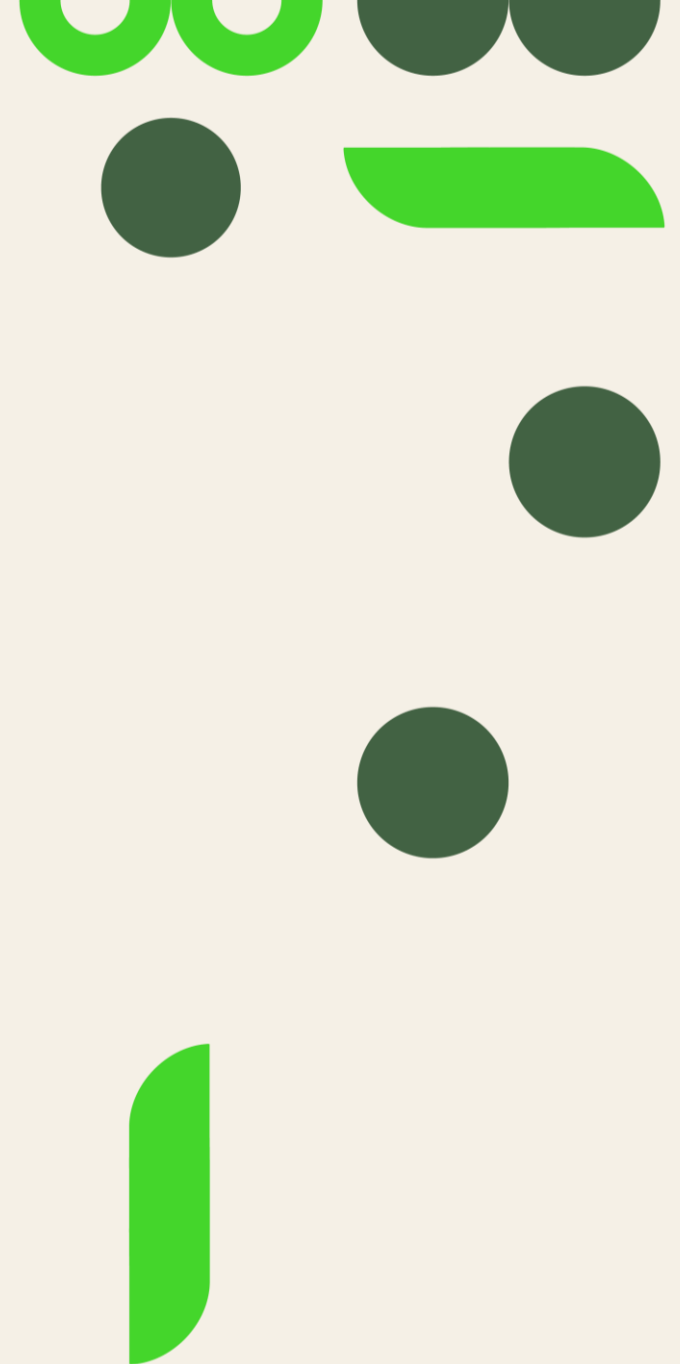
Biogas Outlook 2023

Produceret og udgivet af Biogas Danmark

27. marts 2023

Publikationen kan hentes elektronisk på <https://biogas.dk>

E: biogas@biogas.dk





Biogas Danmark

Fremtiden er cirkulær