

Norsk biogassproduksjons samlede potensiale for klimakutt

Dato: 04.08.2022



Innhold

Innhold	1
Ordliste	2
1 Sammendrag	4
2 Innledning	4
2.1 Innledning	4
2.2 Bakgrunn	5
3 Kort om biogass og CCUS	6
3.1 Biogass	6
3.2 CCUS	7
4 Metode og forutsetninger	8
5 Resultater	11
5.1 Scenario 1	13
5.2 Scenario 2	13
5.3 Scenario 3	13
6 Veien videre	15
Litteraturliste	17

Ordliste

En oversikt over begreper og forkortelser ofte brukt i avfallsindustrien om biogass og biogjødsel.

Definisjon	Forklaring
Anaerob utråtning	Prosessen der mikroorganismer bryter ned organisk materiale i fravær av oksygen.
Biodrivstoff	Biodrivstoff er et flytende eller gassformig brensel som er produsert av biomasse.
Biogass	I denne rapporten vil begrepet primært benyttes om oppgradert biogass.
Biogjødsel	Betegner næringsrik biorest med gjødselkvalitet. Produktet kan erstatte fossilt kunstgjødsel.
Biomasse	Biomasse brukes som en generell betegnelse på organisk materiale som brukes til å produsere energi. I denne rapporten vil dette innebære husholdningsavfall, husdyrgjødsel, fiske- og avløpsslam, og annet organisk materiale som brukes til å produsere biogass.
Biometan	Se 'oppgradert biogass'.
Biorest	Organisk rest fra produksjonen av biogass. Inneholder næringsstoffer som er viktige for jorda. Deriblant nitrogen, kalium og fosfor.
CBG	Komprimert biogass (compressed biogas)
CCS	Karbonfangst og -lagring.
CCU	Karbonfangst og -utnyttelse.
CCUS	Karbonfangst, -utnyttelse og -lagring.
Fakling	I biogassindustrien brukes dette for å beskrive etterforbrenning i biogassanleggene ved hjelp av fakler for å bli kvitt overskudd av biogass. Skjer i tilfeller hvor det er vanskelig å finne en lønnsom anvendelse av biogassen, men innebærer ressurstap og utslipp av karbondioksid, samt potensielle lekkasjer av metangass.
Grønn CO2	CO2 som oppstår ved biogassproduksjon omtales som grønn, ettersom den ikke har fossilt opphav. Den har biologisk opprinnelse i det organiske avfallet som brukes til råstoff i biogassanlegget, og er allerede en del av det naturlige karbonkretsløpet.

GWh	Gigawattimer. 1 GWh = 1 million kWh.
kWh	Kilowattimer.
LBG	Flytende biogass (liquid biogas)
Oppgradert biogass	Råbiogass som er oppgradert til drivstoffkvalitet, altså består av minst 97% metan. Omtales også som biometan, og i rapporten vil disse uttrykkene brukes om hverandre.
Råbiogass	Biogass som ikke er oppgradert, og dermed ikke kan benyttes som drivstoff. Består primært av metan (CH ₄) og karbondioksid (CO ₂). Biogass dannes ved anaerob utråtning.
TWh	Terrawattimer. 1 TWh = 1 000 GWh

1 Sammendrag

Følgende rapport fremhever biogassen som et klimatiltak. De fleste kjenner til biogass som en grønn og fornybar energikilde, men få vet at biogassproduksjon også har et betydelig potensiale for karbonfangst, -lagring og -utnyttelse. Denne teknologien eksisterer allerede i dag ved de fleste anlegg, men er et uutnyttet potensiale. I rapporten presenterer vi beregninger ved tre produksjonspotensialer for 2030; 5, 8 og 12 TWh. Målet på 12 TWh er basert på biogassbransjens interne mål. Beregningene knyttet til produksjon og bruk er basert på Miljødirektoratets rapport 'Virkemidler for økt bruk og produksjon av biogass', tilpasset de tre scenarioene. Disse er summert med egne beregninger av potensiale for CCUS, for å finne det samlede klimapotensialet. I rapporten presenteres forutsetningene og metodene som ligger i arbeidet, og avslutningsvis presenteres hvilke tiltak som behøves for å oppskalere produksjonsnivået innen 2030.

2 Innledning

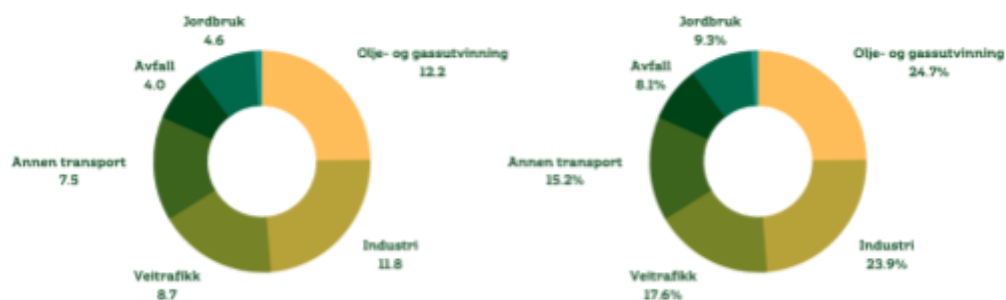
Norsk klimapolitikk arbeider mot å nå klimamålene vi forpliktet oss til gjennom Parisavtalen i 2015, samt andre nasjonal klimareguleringer, -mål og -initiativ. I den sammenheng snakkes det mye om karbonfangst, -utnyttelse og -lagring; CCUS. Biogassproduksjon har et betydelig potensial for CCUS, samt andre reduksjoner av klimagassutslipp. Det samlede potensialet er imidlertid aldri blitt vurdert. Følgende rapport presenterer beregninger for dette, og går inn i metoden som ligger i arbeidet, samt drøfter de forenklete forutsetningene som ligger bak. For å danne et faglig grunnlag beskrives biogass, biogassproduksjon, og dets potensiale for CCUS. Avslutningsvis vil vi drøfte hvordan rammebetingelsene kan tilrettelegges for å oppskalere den norske biogassproduksjonen.

Rapporten er utført av summer interns som er ansatt i Avfall Norge gjennom REdu - Avfall Norges kompetanseprogram for avfalls- og gjenvinningsbransjen. Studentene er John Olav Skjønsberg, master i samfunnsøkonomi ved NTNU, Sunna Maria Kristina Simma, master i politisk kommunikasjon ved UiO, og Ella Johanne Devold, master i bionanoteknologi ved NTNU. Arbeidet er veiledet av Avfall Norge, Gasum, Biogass Oslofjord og Norsus. Hensikten med rapporten er fremheve og kvantifisere hvordan biogassproduksjon og -bruk er et effektivt tiltak for å redusere utslipp innen landbruk, veitrafikk, sjøfart og industri.

2.1 Bakgrunn

CO₂ regnes som den viktigste klimagassen, ettersom den bidrar mest til de menneskeskapte klimaendringene. Ifølge tall fra SSB utgjorde CO₂ 83% av Norges totale utslipp av klimagasser i 2020 (Utslipp Av CO₂ I Norge, 2022). Utslippene kommer hovedsakelig fra forbrenning av oljeprodukter, gass og kull fra transport, olje- og gassutvinning og industri; se figur 1 (Norske Utslipp Av Klimagasser, 2022). Dersom vi skal nå klimamålene er vi nødt å redusere utslippene av klimagasser betraktelig. Dette er utfordrende for flere sektorer, for eksempel innen norsk prosess teknologi, som omfatter farmasi, papir-, metall og sementproduksjon, m.m. Målet for industrien er at produksjonen skal dobles innen 2050 (CO₂-Fangst Og Lagring (CCS), n.d.). Da er CCUS en av løsningene, som også vil bidra til økt sysselsetting, og en konkurransedyktig industri.

Norge satser stort på utviklingen av CCUS-teknologi, og går dermed foran i europeisk sammenheng. Blant annet har Stortinget gitt støtte til gjennomføringen av et norsk fullskala demonstrasjonsprosjekt for CCUS, kalt Langskip (Langskip, 2020). I statens reviderte statsbudsjett, lagt frem i mai 2022, ble statens totale kostnader til investering og drift av fangstanlegget i 10 år estimert til rundt 3,4 milliarder kroner (Andersen, 2022). Dette er en viktig investering for et forsknings- og innovasjonsløft innen CCUS-teknologien, men det er også kostbart. Samtidig finnes det allerede eksisterende teknologier som fanger, utnytter og lagrer karbon, uten det samme behovet for innovasjon og investeringer. Dersom den norske biogassproduksjonen oppskaleres vil det kunne fungere som en kompletterende CCUS-teknologi som vil bidra med arbeidsplasser, verdiskapning og klimakutt. Dette trekkes også frem i avfalls- og gjenvinningsbransjens veikart for sirkulærøkonomi (Avfalls-Og Gjenvinningsbransjens Veikart for Sirkulærøkonomi, 2016).



Figur 1: Diagrammet viser Norges utslipp av klimagasser i 2021 fordelt på ulike sektorer, målt i millioner CO₂-ekvivalenter til venstre og i prosent til høyre. Tallene kommer fra det norske klimagassregnskapet, og er avrundet til en desimal. Kategorien 'Oppvarming av bygg' utgjør 0.52 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, eller 1,06%, men er ikke markert i figuren.

3 Kort om biogass og CCUS

For å danne et faglig grunnlag beskrives biogass, gassens formål, og biogassproduksjon. Siden rapportens formål er å beskrive det samlede potensielle klimakuttet vil innholdet være i et forkortet format. Videre vil vi kort forklare hva CCUS innebærer, og utdype hvor i verdikjeden biogassproduksjon har potensiale til karbonfangst. Utfyllende ressurser kan finnes i litteraturlisten.

3.1 Biogass

Biogass består av metangass (CH₄) og diverse andre gasser, hovedsakelig karbondioksid (CO₂). Biogassen produseres ved anaerobisk utråtning av organisk materiale. Typiske råstoffer som benyttes ved norske biogassanlegg er husdyrgjødsel, husholdningsavfall, kloakk- og fiskeslam, og annet organisk avfall. Tradisjonelt har dette vært en form for avfallshåndtering, men moderne teknologi og behov for grønn energi gjør biogassen mer attraktiv til flere formål.



Figur 2: Bildet viser hvordan karbonet beveger seg gjennom verdikjeden i et kort karbonkretsløp. Her består verdikjeden av opptak av karbon i planter, konsum av karbon gjennom mat (for mennesker og dyr), som produserer avfall som sendes til biogassanlegg hvor det omgjøres til biogass som kan brukes som drivstoff til transportmidler. Bruk av biometan gir utslipp av CO₂ og vanndamp til atmosfæren.

Råbiogassen kan etterbehandles gjennom komprimering, vasking og filtrering; dette fjerner CO₂ og vi sitter igjen med en gass som består av over 97 prosent metan. Det er dette som omtales som oppgradert biogass, eller biometan. Denne kan brukes som

erstatning for fossilt drivstoff i kjøretøy, og fungerer også til strøm- og oppvarmingsformål. Ved forbrenning av biometan får vi produktene vann og CO₂, som ved forbrenning av fossilt drivstoff eller naturgass. Til tross for at restproduktene er det samme, anses biometan som et klimanøytralt drivstoff. Dette er fordi karbonet har biologisk opphav i organisk avfall. Karbonet tar del i det vi kaller det korte karbonkretsløpet, der omsetningen av karbon går forholdsvis raskt, og opptak og utslipp av karbon er i likevekt. Se figur 2. Dette er i motsetning til det lange karbonkretsløpet som fossile drivstoff inngår i, hvor likevekten er i ubalanse og CO₂ hopper seg opp i atmosfæren (Bjune & Måren, 2020).

Biprodukter av biogassproduksjon er biorest og grønn CO₂. Kvalitetssikret biorest kalles biogjødsel; den har et høyt innhold av næringsstoffer som fosfor, kalium og nitrogen. Grønn CO₂ er gassen som renses vekk ved oppgradering til biometan. Den omtales som grønn ettersom den har biologisk opprinnelse i organisk råstoff; det er allerede en del av det naturlige karbonkretsløpet. Produksjonen av grønn CO₂ bidrar altså ikke til mer klimagass enn det som alt er naturlig i økosystemet vårt. Den har potensiale som et klimanøytralt alternativ til fossilt industrielt produsert CO₂, for eksempel til bruk i veksthus, kjøleelementer, eller mat- og drikkeproduksjon. I dag slippes den grønne klimagassen stort sett ut i atmosfæren.

3.2 CCUS

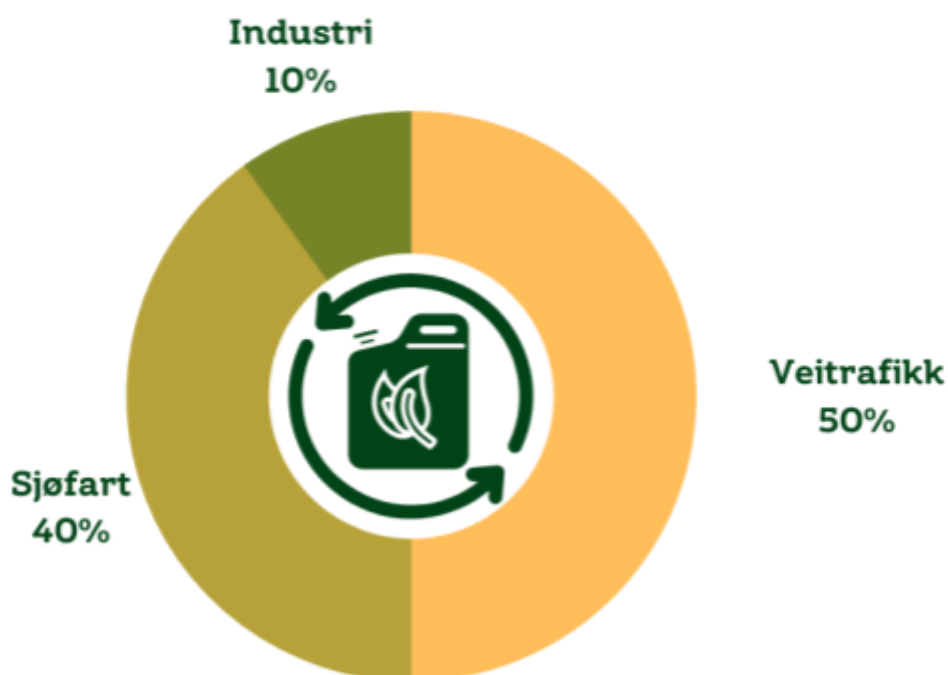
Når vi snakker om CCUS snakker vi egentlig om to forskjellige ting; karbonfangst og -lagring (CCS) og karbonfangst og -utnyttelse (CCU). Karbonfangst innebærer reduksjon av utslipp ved å fange CO₂en som befinner seg i atmosfæren. Det er utviklet og utvikles flere ulike teknologier for å utføre dette. Deretter kan CO₂en transporteres og lagres, for eksempel i geologiske formasjoner under bakken. Et annet alternativ er å utnytte CO₂en som råstoff til nye produkter. CO₂ har et bredt bruksområde; det brukes i brannslukningsapparat, kjøleelementer, mat og drikke, flytevester, plastprodukter, og i veksthus hvor det deltar i fotosyntesen (The Editors of Encyclopedia Britannica, 2018). Det meste av CO₂en som brukes i Norge i dag er fremstilt industrielt ved Yaras produksjonsanlegg for ammoniakk på Herøya.

Det er hovedsakelig tre punkter i verdikjeden med potensiale for CCU; ved utrensning av CO₂ ved oppgradering av biogass, og ved forbrenning av råbiogass eller biometan. Av disse omtales bruk og/eller lagring av grønn CO₂ som den lavthengende frukten. CO₂en skiller allerede ut i svært ren form som en del av en eksisterende prosess, dermed blir de ekstra kostnadene ved å fange CO₂en svært lave. En måte man kan gjøre dette, er ved å implementere en kjemisk konverteringsprosess ved separasjonen. Da kombinerer man den separerte CO₂-strømmen med H₂, som sammen vil syntetiseres til CH₄ (metan). Dette kalles en tostegs 'power-to-gas' prosess, og energien som brukes i syntetiseringen er gjerne overskuddsenergi fra fornybare kilder, som for eksempel vindkraft. Det er per i dag 23 PTG prosjekter som produserer metan i Europa, hvorav to av de er kommersialiserte. Disse befinner seg i Tyskland (Power-To-Methane: Current Scenario in EU, 2021). Metanen som produseres vil kunne supplere biometanen vi produserer ved oppgradering av biogass. Det er også mulig å simpelthen fange og benytte utrensket CO₂ som råstoff til produksjon av andre produkter. I noen tilfeller vil dette kreve rensing av CO₂en. Dette er fordi når biogassen oppgraderes, er formålet å fjerne urenheter fra metangassen. CO₂en inneholder altså de resterende urenheterne, slik som partikler, siloxaner og sulfider (Olsson, 2021).

Som nevnt er det også mulig å fange CO₂ ved spontant forbrenning av råbiogass med luft. Dette vil gi et lavt utbytte, ettersom CO₂-konsentrasjonen vil være ganske lav. Det er også mulig å fange CO₂ ved forbrenning av biometan. Utbyttet her vil avhengige av hvordan biometanen forbrennes (Olsson, 2021). Ettersom vi forutsetter at biometan fortrinnsvis skal benyttes til transport ser vi vekk fra denne muligheten, da karbonfangst ved forbrenning i kjøretøy er svært utfordrende.

4 Metode og forutsetninger

I kvantifiseringen av potensielt klimakutt ved CCUS bygger rapporten videre på Miljødirektoratets rapport fra 2020, "Virkemidler for økt bruk og produksjon av biogass". I rapporten presenteres beregninger for klimakuttpotensialet i 2030 ved to ulike scenarier for norsk produksjon; et referansescenario på 0,9 TWh og et vekstscenario på 1,7 TWh. I følgende rapport baserer vi oss på tre oppskalerte vekstscenarier, med en årlig energiproduksjon på 5, 8 og 12 TWh i 2030. Sistnevnte baserer seg på biogassbransjens interne mål for norsk energiproduksjon i 2030, som ligger mellom 10 og 12 TWh. De to



Figur 3: Diagrammet illustrerer fordelingen av oppgradert biogass på ulike sektorer i 2030, vist i prosent. Til sammen utgjør oppgradert biogass 80% av totalt produsert biogass.

andre representerer delmål som illustrerer effekten av å delvis nå dette målet. Vi ser vekk fra eventuell import av biogass.

Forutsetningene som ligger til grunn i Miljødirektoratets vekstscenarier er de samme som for denne rapporten. Det antas at 80 prosent av produsert biogass oppgraderes til drivstoff i 2030. 50 prosent av denne benyttes til veitrafikk, 40 prosent til sjøfart og 10 prosent til industri. Se figur 3. Biogass til veitrafikk reduserer utslipp fra bruk av diesel, mens biogass til sjøfart og industri reduserer utslipp fra bruk av naturgass (Dyb Remøy, 2020).

Biogassproduksjon og -bruk bidrar til klimakutt og -utslipp ved flere faser i løpet av livsløpet. Ved lagring av organisk avfall på anlegget før produksjon oppstår det metanutslipp, dette forekommer også ved lekkasjer i løpet av produksjonsprosessen, samt ved lagring av biogjødsel. I beregningen er det antatt at disse metanutslippene tilsvarer 2,9 % av produsert biogass. Dette tallet baserer seg på tall fra Greve Biogass, og det er dermed antatt at fremtidige biogassanlegg vil være sammenlignbare med Den Magiske Fabrikken (Dyb Remøy, 2020).

En økning i biogassproduksjon fører til større produksjon av biogjødsel, som kan substituere fossilt kunstgjødsel. I Miljødirektoratets rapport antas det at økt bruk av biogjødsel ikke vil føre til redusert mineralgjødselproduksjon, og den positive klimaeffekten ved biogjødsel er dermed neglisjert (Dyb Remøy, 2020). Dette inkluderer også dets evne til å øke karbonlagring i jorda (Morken et al., 2017). Vi har heller ikke inkludert de betydelige utslippsreduksjonene som oppstår ved bruk av husdyrgjødsel til biogassproduksjon, ref. EUs 'Renewable Energy Directive (RED II)' der det gis 202% klimabonus der biogass fra husdyrgjødsel brukes til transport (ANNEX vi Renewable Energy Directive - RULES for CALCULATING the GREENHOUSE GAS IMPACT of BIOMASS FUELS and THEIR FOSSIL FUEL COMPARATORS, 2018).

Metanlekkasje i form av uforbrent metan i eksos fra kjøretøy på biogass er heller ikke inkludert i beregningen. Begrunnelsen for dette er at det forutsettes at LBG brukes i kjøretøy med forutsigbar drift. LBG-kjøretøy som blir stående over lang tid vil oppleve fallende tanktemperatur, som fører til overtrykk og lekkasjer av metan (Dyb Remøy, 2020).

I tabell 1 er utslippseffekten av økt biogassproduksjon og biogassforbruk til erstatning for fossil energi beregnet i tonn CO₂ per TWh. Det er disse forholdstallene vi har brukt for å beregne utslippseffekten av produksjon og bruk av biogass i våre tre scenarier. Tallene er basert på beregningene til Miljødirektoratet, hvor de har beregnet at norsk produksjon på 1,7 TWh biogass, samt import av 0,34 TWh, tilsvarer en netto utslippseffekt på - 285 000 tonn CO₂. Det at tallet er negativt representerer en utslippsreduksjon. I 2. kolonne i tabell 1 er tallene for norsk produksjon fra Miljødirektoratets rapport presentert. Tallene for import er ekskludert ettersom vi ikke inkluderer dette i våre beregninger. Med forutsetning om at alle tallene for utslipp er skalerbare til produksjonsnivået er utslippseffekten per TWh presentert i 3. kolonne. Tabellen viser utslipp fra anlegg, faking og internt formål i produksjon, samt effekten av reduserte utslipp i landbruk, industri, veitrafikk og sjøfart.

Tabell 1: Utslippseffekten av økt biogassproduksjon og biogassforbruk til erstatning for fossil energi i tonn CO₂, for årlig produksjon av henholdsvis 1,7 og 1 TWh.

Produksjon	Norsk produksjon av 1,7 TWh (tonn CO₂)	Norsk produksjon av 1 TWh (tonn CO₂)
Produksjonsanlegget	71 000,00	41 764,71
Fakling av biogass	95,00	55,88
Reduserte utslipp fordi husdyrgjødsel biogassbehandles	-45 000,00	-26 470,59
Netto økning i utslipp som følge av biogassproduksjon	26 095,00	15 350,00
Forbruk av biogass	Norsk produksjon av 1 TWh (tonn CO₂)	Norsk produksjon av 1 TWh (tonn CO₂)
Internt formål i produksjon	95,00	55,88
Til industri	-27 500,00	-16 176,47
Til veitrafikk	-109 500,00	-64 411,76
Til sjøfart	-110 500,00	-65 000,00
Utslipsreduksjon fordi biogass erstatter fossile energibærere	-247 405,00	-145 532,35
Nettoeffekten av produksjon og bruk av biogass	-221 310,00	-130 182,35

Forutsetningene for beregning av potensialet for CCUS er presentert i tabell 2. Det antas at 10 kWh tilsvarer 1m³ metangass, og at råbiogassen består av 38% CO₂ og 62% metan. For å beregne vekten av 1m³ CO₂ har vi antatt atmosfærisk trykk og 0 °C. Da regner vi med normalbetingelser, hvor 1 mol CO₂ tilsvarer 22,4 L gass. For CO₂ tilsvarer 1 mol 44 gram. Ved å beregne antall mol i 1000 L, som tilsvarer 44,64 mol, får vi at tettheten av CO₂ er 1964 gram per m³.

Tabell 2: Tabellen viser tallene som er brukt i beregningen av biogasens potensiale for CCUS.

	Verdi	Enhet
1m ³ metan	10,00	KWh
Rågass	100,00	%
Andel metan + andre	62,00	%
Andel CO ₂	38,00	%
1 m ³ CO ₂	0,0019640	tonn

For å beregne potensialet som prosent av Norges totale årlige utslipp av klimagasser har vi basert oss på foreløpige tall for 2021, fra Statistisk Sentralbyrå som viser utslipp tilsvarende 49,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter (Norske Utslipp Av Klimagasser, 2022).

For å illustrere resultatene på en mer håndfast måte, har vi sammenlignet utslippsreduksjonene med utslipp fra ulike sektorer, figur 1, og årlige totale utslipp fra ulike byer. For å beregne sistnevnte har vi brukt befolkningstall fra SNL, og utslippsfordelingen for Norge i 2020. Denne er hentet fra Global Carbon Budget 2021, og viser at Norge har et årlig utslipp på 7,6 tonn CO₂ per innbygger (Utslippsfordelingen, 2021). Vi har også sammenlignet utslippene med de årlige utslippene fra personbiler. For å beregne dette har vi brukt tall fra SSB fra 2016, som anslår 135,63 gram CO₂-ekvivalenter per kilometer for personbiler på en trafikkert gjennomfartsvei (80 km/t). Dette estimatet inkluderer el-, fossil- og gassdrevne biler (Tabell - Drivstofforbruk Og Utslipp per Kjørte Kilometer for et Utvalg Av Trafikksituasjoner Og Kjøretøygrupper. 2016. G/Km, 2016). Tall for gjennomsnittlig årlig kjørelengde for personbiler er hentet fra Statens vegvesen, og anslått til å være 11 288 km for 2021 (Orskaug, 2022). Dette tilsvarer et årlig utslipp på 15,3 tonn CO₂-ekvivalenter per personbil.

5 Resultater

Følgende resultater er basert på de overnevnte forutsetningene, og er beheftet med usikkerhet. Størst er usikkerheten knyttet til utslipp ved produksjon, reduserte utslipp fra lagring av husdyrgjødsel, samt potensiell endring i årlig utslipp i 2030 fra i dag. Resultatene er presentert i tabell 3 og 4. Tabell 3 viser utslippseffekten av økt biogassproduksjon og biogassforbruk til erstatning for fossil energi for hver av de tre scenarioene. For produksjon vises utslipp fra anlegg og faking, og utslippsreduksjon som følge av forkortet lagringstid for husdyrgjødsel. For forbruk vises utslipp fra internt formål i produksjon, og utslippsreduksjon som følge av bruk i industri, veitrafikk og sjøfart. I tabell 4 vises i tillegg beregninger for potensiale for karbonfangst, og den totale summen mål i CO₂-ekvivalenter. Figur 4 illustrerer hvor mange prosent utslippskuttene utgjør av Norges totale årlige utslipp på 49,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter for hvert av de tre scenarioene. I figur 5 og 6 er resultatene sammenlignet med henholdsvis utslipp fra personbiler og fra noen av Norges største byer; Fredrikstad, Sarpsborg og Bergen.

Produksjon	Scenario 1 (tonn CO ₂)	Scenario 2 (tonn CO ₂)	Scenario 3 (tonn CO ₂)
Produksjonsanlegget	208823,53	334117,65	501176,47
Faking av biogass	279,41	447,06	670,59
Reduserte utslipp fordi husdyrgjødsel biogassbehandles	-132352,94	-211764,71	-317647,06
Netto økning i utslipp som følge av biogassproduksjon	76750,00	122800,00	184200,00

Forbruk av biogass	Scenario 1 (tonn CO2)	Scenario 2 (tonn CO2)	Scenario 3 (tonn CO2)
Internt formål i produksjon	279,41	447,06	670,59
Til industri	-80882,35	-129411,76	-194117,65
Til veitrafikk	-322058,82	-515294,12	-772941,18
Til sjøfart	-325000,00	-520000,00	-780000,00
Utslipsreduksjon fordi biogass erstatter fossile energibærere	-727661,76	-1164258,82	-1746388,24
Nettoeffekten av produksjon og bruk av biogass	-650911,76	-1041458,82	-1562188,24

Tabell 4: Resultater for beregning av potensiale for CCUS og reduksjon i utslipp ved produksjon og bruk av biogass, målt i CO2. Disse tallene er også summert, for å beregne hvor mye det utgjør av Norges totale årlige utslipp på 49,1 millioner tonn CO2-ekvivalenter.

	GWh	kWh	m3 ren metan	m3 rågass	m3 fanget CO2 (38%)	Potensiale for CCUS, i tonn CO2	Reduksjon i utslipp ved produksjon og bruk av biogass (tonn CO2 ekvivalenter)	Sum tonn CO2-ekvivalenter	Prosent av Norges totale utslipp
Produksjon i dag	600	600 000 000	60 000 000	96 774 194	36 774 194	72 225	87 319,41	159 543,93	0,32%
Potensialscenarier									
Scenario 1	5000	5 000 000 000	500 000 000	806 451 613	306 451 613	601 871	650 911,76	1 252 782,73	2,55%
Scenario 2	8000	8 000 000 000	800 000 000	1 290 322 581	490 322 581	962 994	1 041 458,82	2 004 452,37	4,08%
Scenario 3	12 000	12 000 000 000	1 200 000 000	1 935 483 871	735 483 871	1 444 490	1 562 188,24	3 006 678,56	6,12%



Figur 4: Bildet illustrer hvor mye klimakuttene i de tre ulike scenarioene utgjør av Norges totale årlige utslipp på 49,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, målt i prosent. Tallene er avrundet til en desimal.

4.1 Scenario 1

For scenario 1 har vi antatt årlig energiproduksjon på 5 TWh. I dette scenarioet produseres 306 451 613 m³ CO₂ ved oppgradering av biogass, og dette tilsvarer 601 871 tonn CO₂. Utslippseffekten av økt biogassproduksjon og biogassforbruk til erstatning for fossil energi tilsvarer 650 911,76 tonn CO₂. Til sammen har vi et potensiale for å redusere utslipp av CO₂ med 1 252 782,73 tonn, som tilsvarer 2,55% av dagens utslipp.

Til sammenligning er dette tilstrekkelig til å kompensere for det totale utslippet fra avfallssektoren, som i dag utgjør 2,3% av totalt utslipp (Utslipp Av CO₂ I Norge, 2022). Eventuelt vil en slik reduksjon være nok til å dekke utslippene fra Fredrikstad og Sarpsborg, som med 117 663 innbyggere har et årlig utslipp på 894 238,8 tonn CO₂ (Thorsnæs, 2022). Målt i utslipp fra transportsektoren vil kuttene kunne kompensere for de årlige utslippene fra 81 828,20 personbiler

4.2 Scenario 2

For scenario 2 har vi antatt årlig energiproduksjon på 8 TWh. I dette scenarioet produseres 490 322 581 m³ CO₂ ved oppgradering av biogass, og dette tilsvarer 962 994 tonn CO₂. Utslippseffekten av økt biogassproduksjon og biogassforbruk til erstatning for fossil energi tilsvarer 1 041 458,82 tonn CO₂. Til sammen har vi et potensiale for å redusere utslipp av CO₂ med 2 017 111,20 tonn, som tilsvarer 4,08% av dagens utslipp.

Til sammenligning vil en slik reduksjon være omtrent nok til å dekke utslippene fra Norges nest største by, Bergen, som med 265 470 innbyggere har et årlig utslipp på 2 017 572 tonn CO₂ (Thorsnæs, 2022). Målt i utslipp fra transportsektoren vil kuttene kunne kompensere for de årlige utslippene fra 130 925,12 personbiler.

4.3 Scenario 3

For scenario 3 har vi antatt årlig energiproduksjon på 12 TWh. I dette scenarioet produseres 735 483 871 m³ CO₂ ved oppgradering av biogass, og dette tilsvarer 1 444 490 tonn CO₂. Utslippseffekten av økt biogassproduksjon og biogassforbruk til erstatning for fossil energi tilsvarer 1 581 176,47 tonn CO₂. Til sammen har vi et potensiale for å

redusere utslipp av CO₂ med 3 006 678,56 tonn, som tilsvarer 6,12% av dagens utslipp.

Til sammenligning vil dette være mer enn nok til å dekke alle utslipp som ikke kommer fra veitrafikk, olje- og gassutvinning, industri eller annen transport (5,3%). Det vil også kunne kompensere for de totale utslippene fra Fredrikstad, Sarpsborg og Bergen, som sammenlagt tilsvarer 2 911 810,8 tonn CO₂. Målt i utslipp fra transportsektoren vil kuttene kunne kompensere for de årlige utslippene fra 196 387,68 personbiler.



Figur 5: Bildet illustrerer utslippene fra Norges nest største by, Bergen, og fra Fredrikstad og Sarpsborg, som kommer på femte plass på listen.



Figur 6: Bildet illustrerer hvor mange personbiler biogassproduksjon og -bruk vil kunne kompensere for i hvert av de tre scenarioene, målt i gjennomsnittlig årlig utslipp. Hver bil i figuren representerer 1000 personbiler

6 Veien videre

16 norske anlegg har i dag teknologien for fangst av CO₂ implementert som en del av oppgradering av biogass. Denne grønne CO₂en er et uutnyttet potensiale; den slippes stort sett ut i atmosfæren. Unntaket er ved den Magiske Fabrikken, hvor gassen brukes i veksthus for tomatplanter som dyrkes på fabrikkområdet (De Grønneste Tomatene • Lindum, 2019). Det er også gjort mindre forsøk på å bruke CO₂ i mat og drikke, som erstatning for industrielt produsert CO₂. Et eksempel på dette er et produkt fremstilt i samarbeid mellom VEAS og Wettre bryggeri; CO TO, en lys lager, med kullsyre fra kloakkrensingsanlegg (Dalseg, 2022).

Ikke bare er det behov for et bruks- eller lagringsområde for CO₂en, det må også implementeres teknologi til å prosessere, lagre og transportere CO₂en. For noen produsenter eller konsumenter vil det også være aktuelt å utvikle en renseteknologi for CO₂en, avhengig hva den skal benyttes til. Mer om dette er beskrevet i kortfattet format i avsnittet om CCUS.

Ellers vil ikke biogassproduksjon ha noe omfattende behov for investeringer til forskning og innovasjon. Derimot vil det kreve innføring av sterke virkemidler for både produksjon og bruk av biogass for å realisere produksjonsmålet på 12 TWh, eller et av delmålene på 5 og 8 TWh. Virkemidlene må treffe både produsentene og konsumentene.

Virkemidler rettet mot konsumentene har til hensikt å øke etterspørselen av biogass, for eksempel til transport. Et eksempel på dette er å redusere/fjerne bompengavgift på kjøretøy som fylles med CBG eller LBG, på lik linje med elbiler i Oslo

kommune. Det er også mulig å innføre avgiftsfordeler ved kjøp av kjøretøy slik som svensk støttemodell. I Sverige følger de et bonus-malus system, som innebærer en bonus på 10.000 SEK ved kjøp av personbiler, lette busser og lette lastebiler på gass (Biogass I Skandinavia – En Sammenligning Og Gjennomgang Av Virkemidler - Miljødirektoratet, 2022).

Virkemidler rettet mot produsentene har til hensikt å øke produksjonen av biogass, samt subsidiere for tilrettelegging av økt tilgjengelighet for konsumentene, som for eksempel etablering av fyllestasjoner. I Norge blir det ikke gitt driftsstøtte til produksjon av biogass, men det blir gitt tilskudd til investering i anlegg. Dersom vi ser til våre naboer, Danmark og Sverige, har de gunstige og forutsigbare støtteordninger til etablering og drift av biogassanlegg. For eksempel mottar svenske anlegg en driftsstøtte på 0,25 NOK/kWh oppgradert biogass per 2019. Dette har vært en midlertidig ordning. Langsiktig støtteordning innføres etter planen i løpet av 2022. Sverige har også gunstige tilskudd til etablering av fyllestasjoner. Ifølge en rapport fra Miljødirektoratet er de svenske ordningene slik at "Klimatklivet gir investeringsstøtte til 30-65 % av merkostnadene ved etablering av fyllestasjoner for biogass". I Danmark mottar anleggene tilskudd i driftsfasen av biogassproduksjonen over en periode på minst 20 år (Biogass I Skandinavia – En Sammenligning Og Gjennomgang Av Virkemidler - Miljødirektoratet, 2022). Resultatene av dette er at Danmark produserer åtte ganger så mye biogass som Norge, og Sverige cirka fire ganger så mye (olep, 2022).

Her i Norge la ENOVA om støtteordningen i biogass i januar 2022, og faset ut støtte til fyllestasjoner. I januar la ENOVA om støtteordningen til biogass, og faset ut støtte til fyllestasjoner. Argumentasjonen for dette var at markedet er modent nok til å overlates til kommersielle aktører (Dobling Av Antall Fyllestasjoner for Biogass Og over 120 Nye Biogasskjøretøy På Norske Veier, 2022). For at dette skal være tilfellet, må det være gode og forutsigbare støtteordninger som gjør det attraktivt og trygt for kommersielle aktører å investere i biogassnæringen.

Generelt er det behov for å bedre betingelsene for biogassproduksjon og -bruk i Norge. Som vist i denne rapporten er potensialet for klimakutt og CCUS mye større enn de fleste er klar over. Vi håper resultatene fra denne rapporten fungerer som en oppfordring til myndighetene til å sette nasjonale mål for produksjon og bruk av biogass. Et slikt mål har aldri eksistert i Norge, men vil tilrettelegge for å vedta gode rammevilkår for biogass og økt oppmerksomhet rundt bransjen. Det vil være et viktig steg på veiene for å nå målene for klimakutt i 2030, sikre grønne arbeidsplasser og en konkurransedyktig industri.

7 Litteraturliste

- Andersen, I. (2022, May 12). *Staten går inn med 3,4 milliarder for å sikre CO2-fangst på avfall i Oslo*. Tu.no.
<https://www.tu.no/artikler/gar-inn-med-3-4-milliarder-kroner-regjeringen-vil-sikre-finansiering-for-co2-fangst-pa-klemetsrud/519472>
- ANNEX VI Renewable Energy Directive - RULES FOR CALCULATING THE GREENHOUSE GAS IMPACT OF BIOMASS FUELS AND THEIR FOSSIL FUEL COMPARATORS. (2018).
Lexparency.org. https://lexparency.org/eu/32018L2001/ANX_VI/
- Avfalls-og gjenvinningsbransjens veikart for sirkulaerøkonomi. (2016).
<https://www.regjeringen.no/contentassets/ab557e6446d84b1c9c348c9912b47535/2016-xx-avfalls-og-gjenvinningsbransjens-veikart-for-en-sirkulaer-okonomi.pdf>
- Biogass i Skandinavia – En sammenligning og gjennomgang av virkemidler - Miljødirektoratet. (2022, May 31). Miljødirektoratet/Norwegian Environment Agency.
<https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2022/mai/biogass-i-skandinavia-en-sammenligning-og-gjennomgang-av-virkemidler/>
- Bjune, A. E., & Måren, I. E. (2020, May 4). *Det korte og det lange karbonkretsløpet*. Bjerknessenteret for Klimaforskning.
<https://bjerknes.uib.no/artikler/nyheter/det-korte-og-det-lange-karbonkretslopet>
- CO2-fangst og lagring (CCS). (n.d.). Wwww.nho.no.
<https://www.nho.no/tema/energi-miljo-og-klima/artikler/co2-fangst-og-lagring-ccs/>
- Dalseg, E. (2022, May 25). *Fra piss til pils*. Dinside.no.
<https://dinside.dagbladet.no/okonomi/fra-piss-til-pils/76161823>
- De grønneste tomatene • Lindum. (2019, April 10). Lindum.
<https://lindum.no/nyheter/for-miljoets-skyld/de-gronneste-tomatene/>
- Dobling av antall fyllestasjoner for biogass og over 120 nye biogasskjøretøy på norske veier. (2022, May 23). Mynewsdesk.
<https://presse.enova.no/pressreleases/dobling-av-antall-fyllestasjoner-for-biogass-og-over-120-nye-biogasskjoeretoey-paa-norske-veier-3183228>
- Dyb Remøy, T. (2020). *Virkemidler for økt bruk og produksjon av biogass*.
<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1652/M1652.pdf>
- Langskip. (2020, September 20). Langskip. <https://langskip.regjeringen.no/langskip/artikkel/>
- Morken, J., Briseid, T., Hovland, J., Kallerud Lyng, K.-A., & Kvande, I. (2017). *Veileder for biogassanlegg - mulighetsstudie, planlegging og drift*. SINTEF.
<https://www.sintef.no/en/publications/publication/1511484/>
- Norske utslipp av klimagasser. (2022, June 9). Miljøstatus.
<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/>
- olep. (2022, July 25). – *Må få et nasjonalt mål for produksjon og bruk av biogass*. Biogassbransjen.no.
<https://biogassbransjen.no/2022/07/25/ma-fa-et-nasjonalt-mal-for-produksjon-og-bruk-av-biogass/>
- Olsson, O. (2021, April). *Renewable gas and CCU*. IEA Bioenergy; IEA Bioenergy.
<https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2022/03/Olsson-2021-Renewable-gas-and-CCU-WP1.pdf>
- Power-to-Methane: Current Scenario in EU. (2021, August 10). FutureBridge.
<https://www.futurebridge.com/uncategorized/power-to-methane-current-scenario-in-eu/>
- Tabell - Drivstofforbruk og utslipp per kjørte kilometer for et utvalg av trafikksituasjoner og kjøretøygrupper. 2016. g/km. (2016). Wwww.ssb.no.
<https://www.ssb.no/318322/drivstofforbruk-og-utslipp-per-kjorte-kilometer-for-et-utvalg-av-trafikksituasjoner-og-kjoeretoeygrupper.2016.g-km>

The Editors of Encyclopedia Britannica. (2018). carbon dioxide | Definition, Formula, Uses, & Facts. In *Encyclopædia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/carbon-dioxide>

Thorsnæs, G. (2022, March 14). *de største byene i Norge – Store norske leksikon*. Store Norske Leksikon. https://snl.no/de_st%C3%B8rste_byene_i_Norge

Utslipp av CO2 i Norge. (2022, June 22). Miljøstatus. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/co2/>

Utslippsfordelingen. (2021, November 10). Energiogklima.no. <https://energiogklima.no/klimavakten/utslipp-per-innbygger/>